

ÖZE ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VOM VERBAND DER ELEKTRIZITÄTSWERKE ÖSTERREICHS
ORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN NATIONALKOMITEES DER WELTKRAFTKONFERENZ

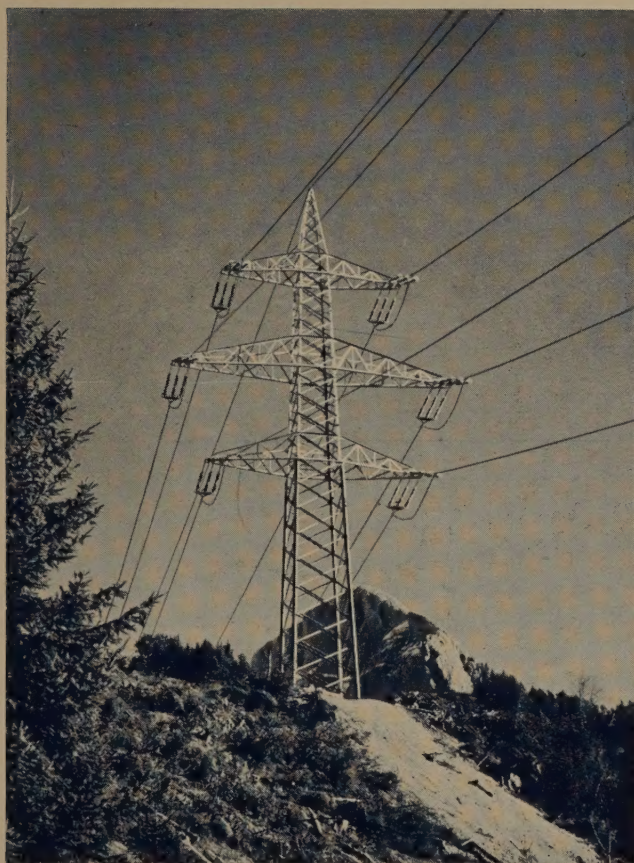
SCHRIFTFLEITUNG: DR.-ING. KURT SELDEN, WIEN

SPRINGER-VERLAG IN WIEN

13. Jahrgang

Oktober 1960

Heft 10, Seite 623—650



Winkel-Abspannmast im Hochgebirge der 220 kV Leitung
Kaprun—St. Peter
der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts-AG.
(Verbundgesellschaft)



WIR BAUEN
STARKSTROM-
FREILEITUNGEN
JEDER ART
BIS ZU DEN
HÖCHSTEN
SPANNUNGEN

SIEMENS - SCHUCKERTWERKE GES. M. B. H.
WIENER STARKSTROM WERKE

EINKAUFSGENOSSENSCHAFT ÖSTERREICHISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE

registrierte Genossenschaft mit beschränkter Haftung

WIEN IX, ALSERSTRASSE 44

Telegrammadresse: Elektro Einkauf Wien, Telephon: 33 55 30, 33 43 39, Fernschr.: 1258

**Die Großhandlung
für Elektrizitätswerke und Lichtgenossenschaften**
liefert alle erforderlichen

Betriebs- und Installationsmaterialien für Hoch- und Niederspannung

Motoren

Transformatoren

Generatoren

Schaltmaterialien

Isolatoren

Isolatorenstützen

Freileitungsseile

Erdkabel

Verbindungsmaterial

usw.

Isolierte Drähte

Isolierrohr und Zubehör

Schalter und Steckdosen

Glühlampen

Beleuchtungskörper

Heiz- und Kochgeräte

Sicherungsmaterial

Isoliermaterialien

Werkzeuge



Reich sortiertes Lager!

MOSER-GLASER & CO., AG.

Muttenz bei Basel • Schweiz

Strom- und Spannungswandler
in Öl bis 220 kV

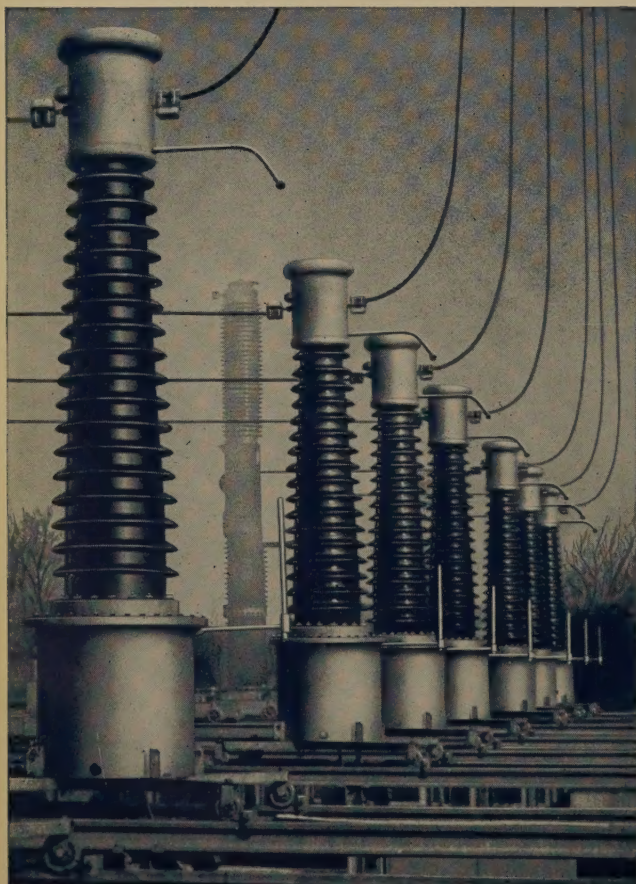


Vertretung:

DIPL.-ING. W. WOLF

Graz, Kaiserfeldgasse 22

Telephon: 81-8-52 • Fernschreiber: 033-57



Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft

Herausgegeben vom Verband der Elektrizitätswerke Österreichs
Organ des Österreichischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz

Schriftleitung: Dr.-Ing. Kurt Selden, Wien

Springer-Verlag/Wien

13. Jahrgang

Oktober 1960

Heft 10

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|---------|
| MARKT, G.: Carl Hochenegg. Zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages | 623 |
| Originalarbeiten: | |
| EDWIN, K.: Die Bedeutung der Verlustfaktormessung für die Prüfung von Generatorwicklungsstäben. Mit 11 Textabbildungen | 625 |
| FISCHER, E.: Wertbare und gesicherte Leistung | 632 |
| BAUER, L.: Beeinflussung der Stromversorgung durch Änderung der Arbeitszeit (45-Stunden-Woche, 5-Tage-Woche). Mit 8 Textabbildungen | 635 |
| Mitteilungen aus aller Welt | 639 |
| Energiewirtschaftliche Kurzberichte | 643/650 |
| Zeitschriftenschau | 645 |
| Mitteilungen des Bundeslastverteilers | 646 |
| Buchbesprechungen | 648 |
| Briefe an die Schriftleitung | 649 |
| Personalnachricht | 650 |

Firmenverzeichnis

zu den in diesem Heft enthaltenen Anzeigen

| | Seite |
|--|-------|
| AEG-Austria | |
| Wien I, Schellinggasse 4 | III |
| Alfa-Laval Aktiengesellschaft | |
| Wien XII, Wienerbergstraße 31 | X |
| Barth Josef | |
| Wien X, Katharinengasse 12 | VI |
| Burde, R. Kurt & Co. | |
| Wien IV, Prinz-Eugen-Straße 70 | VI |
| Caro-Werk Gesellschaft m. b. H. | |
| Wien XIV, Lützowgasse 12-14 | VII |
| Danubia A. G. | |
| Wien XIX, Krottenbachstraße 82-88 | VII |
| Einkaufsgenossenschaft Österreichischer Elektrizitätswerke reg. Gen. m. b. H. | |
| Wien IX, Alserstraße 44 | II |
| Elektrometer G. m. b. H. | |
| Wien I, Franz-Josefs-Kai 47 | V |
| „Elix“ Allgemeine Glühlampenfabriks-Aktiengesellschaft | |
| Wien I, Doblhoffgasse 5 | VII |
| Frauenthal Porzellanfabrik Figer & Co. | |
| Wien XVII, Bergsteiggasse 36-38 | V |
| Freissler Ing. A. | |
| Maschinen- und Aufzüge-Fabrik Ges. m. b. H. | |
| Wien X, Erlachplatz 2-4 | VI |
| Honeywell Gesellschaft m. b. H. | |
| Wien IV, Favoritenstraße 42 | |
| Büro Innsbruck, Defreggerstraße 8 | III |
| Impregna, Holzimprägnierungsges. m. b. H. | |
| Wien VII, Museumstraße 3 | VI |
| MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg | |
| Techn. Büro München, Bayerstraße 57 | |
| Vertretung: | |
| Ing. J. Imführ | |
| Wien VII, Lerchenfelder Straße 143 | VI |

| | |
|---|------------|
| Mercedes-Benz | Seite |
| Wien X, Troststraße 109-111 | XII |
| Moser-Glaser & Co., AG. | |
| Muttenz bei Basel, Schweiz | |
| Vertretung: Dipl.-Ing. W. Wolf | |
| Graz, Kaiserfeldgasse 22 | II |
| Oesterreichische Brown Boveri-Werke A.G. | |
| Wien I, Franz-Josefs-Kai 47 | XIII |
| Österreichische Elektrizitätswirtschafts- | |
| Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft) | |
| Wien I, Am Hof 6A | IX |
| OKA Oberösterreichische Kraftwerke | |
| Aktiengesellschaft | |
| Linz/Donau, Bahnhofstraße 6 | XIV |
| Reimer & Seidel, Elektrizitätszählerfabrik | |
| Wien XVIII, Riglgasse 4 | XIV |
| Siemens-Schuckertwerke Ges. m. b. H. | |
| Wien I, Nibelungengasse 15 | Titelseite |
| Simmering-Graz-Pauker A.G. | |
| Wien XI, Simmeringer Hauptstraße 38-40 . . | IV |
| Springer-Verlag | |
| Wien I, Mölkerbastei 5 | XII |
| Uher & Co. | |
| Wien XIX, Mooslackengasse 17 | XI |
| Wagner-Biró Aktiengesellschaft | |
| Wien V, Margaretenstraße 70 | VIII |
| Wiener Kabel- und Metallwerke AG. | |
| Wien I, Marco-d'Aviano-Gasse 1 | X |
| Wolf Dipl.-Ing. Walter | |
| Graz, Kaiserfeldgasse 22 | IV |

Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft

Für die Redaktion bestimmte Zuschriften und Manuskripte sind an die Schriftleitung, Wien IV, Brahmplatz 3, Besprechungsexemplare und Zeitschriften an Springer-Verlag, Wien I, Mölkerbastei 5, zu richten.

Aufnahmebedingungen: Die Manuskripte sollen in klarer Ausdrucksweise und unter Hinweglassung jedes überflüssigen Ballastes abgefaßt sein. An Abbildungen ist nur das sachlich Notwendige zu bringen. Die Vorlagen für Abbildungen sind auf besonderen Blättern erwünscht. Von Photographien werden Hochglanzkopien erbeten; Strichabbildungen können entweder in Reinzeichnung (Beschriftung nur in Bleistift ausführen) oder in klaren, verständlichen Handskizzen bestehen. Die Beschriftung und nötigenfalls die Reinzeichnung nimmt der Verlag vor.

Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung der zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachige Ausgaben vor.

Den Verfassern von Originalbeiträgen und Berichten werden 50 Sonderabdrucke ihrer Arbeit kostenlos geliefert. Sie können weitere Sonderdrucke, und zwar bis zu 150 Exemplaren, gegen Berechnung beziehen.

Bezugsbedingungen: Der Bezugspreis der Zeitschrift beträgt jährlich DM 31.—, sfr. 31.70, Dollar 7.40, in Österreich S 184.—, zuzüglich Versandgebühren. Abonnements können bei jeder Buchhandlung des In- und Auslandes, für die Bundesrepublik Deutschland und Westberlin auch beim Springer-Verlag, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, aufgegeben werden. Abonnements, deren Abbestellung nicht spätestens 14 Tage vor Ablauf des Halbjahres erfolgt, gelten als erneuert. Einzelhefte können nur, soweit Vorrat vorhanden ist, abgegeben werden. Jährlich erscheinen 12 Hefte.

Anzeigenaufträge werden vom Verlag entgegengenommen. Anzeigen-Generalvertretung für die Bundesrepublik Deutschland und Westberlin: Springer-Verlag, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3.

Springer-Verlag, Wien I, Mölkerbastei 5

Fernsprecher: 63 96 14 Δ

Telegrammadresse: Springerbuch

Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft

13. Jahrgang

Wien, Oktober 1960

Heft 10

Carl Hohenegg

Zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages

Von GUSTAV MARKT, Innsbruck

DK 92

Professor CARL HOCHENEGG ist als Wegbereiter für die österreichische Elektrizitätswirtschaft von bleibender Bedeutung. Mit seinem Namen verbinden wir die Erinnerung an jene Zeit, wo die industrielle Herstellung elektrischer Maschinen zur Stromerzeugung in großen, für die Versorgung von Städten und Industrie geeigneten, mit relativ gutem Wirkungsgrad arbeitenden Einheiten eben möglich geworden war und der Elektromotor in verschiedenen Bauarten seinen Einzug hielt in das Gewerbe, und die Transmissionen verdrängend in die Fabriken, und die Elektrolokomotive mit Hilfe der elektrischen Übertragungstechnik schließlich auch die Dampflokomotive ersetzte. Hatte OSCAR V. MILLER 1882 im Münchner Glaspalast einen künstlichen Wasserfall mit einer Elektropumpe erzeugt, deren Triebmotor den Strom aus einer 57 km entfernten, von einer durch das Wasser des Mißbaches gespeisten Turbine angetriebenen Gleichstromdynamas bezog, so sprach Hohenegg bereits am 15. Dezember 1886 in einem vor dem Wiener Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag über die Berechnung elektrischer Leitungen und Leitungsnetze, die er — in richtiger Einschätzung der zukünftigen Bedeutung elektrischer Kraftübertragungen — als „wichtigen, wenn nicht den wichtigsten, die technischen und finanziellen Erfolge solcher Anlagen entscheidend beeinflussenden Teil“ bezeichnete. Er führte erstmals Begriffe ein, wie feuersicherer Querschnitt, wirtschaftliche Stromdichte, rentabler Spannungsverlust, jährliche Stromfortleitungskosten u. dgl., die heute noch in Gebrauch stehen. Entwicklung und Ausbau der öffentlichen Stromversorgung, die elektrische Arbeitsübertragung und Elektrifizierung der Bahnen und die Vorarbeiten für eine Organisation der Elektroindustrie und der Elektrizitätswirtschaft in Österreich kennzeichnen die Lebensarbeit Hoheneggs als Ingenieur und bilden den Inhalt seiner Vorlesungen als ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule in Wien. Wir haben alle Ursache, heute dieses Mannes zu gedenken, und ich darf den Tag zum Anlaß nehmen, um die Anfänge österreichischer Elektrizitätswirtschaft aufzuzeigen und daran zu erinnern, daß unsere Vordenker es waren, die vor nunmehr 80 Jahren die Fundamente schufen, auf denen weiterbauend die heutige

machtvoll, innerhalb internationaler Organisationen mit kaum mehr zu steigender Sicherheit und größter Wirtschaftlichkeit betriebene und gesteuerte europäische Verbundwirtschaft entstanden ist.

Hohenegg wurde am 27. Oktober 1860 in Wien geboren. Er trat nach Absolvierung seiner Studien an der Maschinenbauschule der Technischen Hochschule Wien als Ingenieur in die Dienste der Wiener Siemens & Halske A. G., wo er mit der Projektierung und dem Bau großer Zentralstationen und elektrischer Bahnen

beschäftigt war und bald zum Prokuristen und stellvertretenden Direktor vorrückte. Viele seiner damaligen Arbeiten sind Erstausführungen, wie die Straßenbahn in Budapest mit unterirdischer Stromzuführung, die Budapester Untergrundbahn und viele Gleichstrom-Mehrleiteranlagen in städtischen Verteilungsnetzen für 2×110 V und 4×110 V in Wien, Trient u. a. Für die Berechnung solcher Netze bediente er sich des von ihm zu Anfang der 80er Jahre entwickelten, 1887 erstmals bekannt gemachten und 1893 in seinem Buch „Anordnung und Bemessung elektrischer Leitungen“ veröffentlichten, nach Art der Seilpolygone in der Statik ausgebildeten Verfahrens. Graphische Methoden benützte Hohenegg mit Vorliebe auch zur Darstel-



lung des Arbeitsablaufes intermittierender Betriebe in der Bahntechnik und Fördertechnik.

Die elektrischen Ausstellungen in Paris (1881), in München (1882) und in Wien (1883), waren eine kraftvolle Dokumentation für das bis dahin in der Elektrotechnik Geschaffene. Sie ließen die vielen Möglichkeiten erkennen, welche der Wirtschaft durch Weiterentwicklung und Anwendung der elektrischen Stromerzeugung und Verteilung und der elektromotorischen Antriebe in der Zukunft zur Verfügung stehen werden. In der Tat begann in aller Welt ein Wettkampf in der Fortentwicklung der Elektrotechnik. Vor allem bemühten sich die Staaten, den elektrotechnischen Unterricht an den Hochschulen einzuführen. An der Technischen Hochschule in Wien wurde 1883 vom österreichischen Unterrichtsministerium eine elektrotechnische Lehrkanzel errichtet und deren erster Inhaber, A. v. WALTENHOFEN, beauftragt, alle Vorbereitungen für die Errichtung eines elektrotechnischen Institutes zu treffen und zu diesem

Zweck schon bestehende Einrichtungen im Ausland zu studieren. Bereits nach zwei Jahren konnte der Unterricht und die praktischen Übungen unter der Leitung Waltenhofens in einem zunächst nur behelfsmäßig eingerichteten, mit einem 8-PS-Otto-Gasmotor ausgestatteten und einen Hörsaal mit 48 Sitzplätzen enthaltenden provisorischen Institut in der Paniglasse Nr. 12 aufgenommen werden. Die junge elektrotechnische Industrie Österreichs, vor allem Siemens & Halske, hatten, von Hohenegg angeregt, den größten Teil der Einrichtungen beigestellt. Trotz vieler, von dem sehr rührigen, neu gegründeten Elektrotechnischen Verein in Wien unterstützten Anstrengungen gelang es zunächst nicht, den Plan zur Errichtung eines großen, der vorwärtstrebenden Elektrotechnik entsprechenden Institutes in Wien zu verwirklichen. Nach dem Rücktritt Waltenhofens, 1899, wurde Hohenegg als sein Nachfolger an die Lehrkanzel für Elektrotechnik berufen. Neben seiner akademischen Lehrtätigkeit setzte dieser nun mit gewohnter Tatkraft die Bemühungen um die rascheste Errichtung des neuen Institutes fort. 1901 wurde der Bau in der Gußhausstraße begonnen und zu Beginn des Studienjahres 1903/04 konnte der Unterrichtsbetrieb aufgenommen werden. Es folgte bald darauf die Errichtung neuer Lehrkanzeln. Hohenegg behielt den Lehrstuhl für „Elektrische Arbeitsübertragung und Bahnen“ sowie „Elektrische Stromverteilung und Netze“. Das neue Institut war für damalige Verhältnisse reichlich mit Hörsälen, Konstruktionssälen, Meßräumen und einem Maschinenlaboratorium, allerdings zunächst nur für Starkstromtechnik, ausgestattet. Hohenegg hatte aber schon von allem Anfang an die Angliederung eines Institutes für Schwachstromtechnik als Anbau an das Starkstrominstitut in seine Pläne aufgenommen. Unter seiner Leitung hatte ich als sein Assistent 1907 mehrfach Entwürfe für die Errichtung und Ausgestaltung eines solchen Institutes ausgearbeitet und ihn auf seinen oft wiederholten Werbevorträgen in der Öffentlichkeit, vor allem in der Vereinigung Österreichischer Industrieller, begleitet. In seiner als Rektor im Herbst 1906 gehaltenen Inaugurationsrede und während seiner Direktorszeit trat er mit besonderem Nachdruck seiner Persönlichkeit für diesen Plan ein und wurde — überzeugt davon, daß die Wissenschaft als Seinsart der heutigen Menschheit immer mehr Menschen, mehr Institute, mehr Einrichtungen brauchen wird — nicht müde, die verantwortlichen Regierungsstellen und die Führungsstellen in der Industrie und der Wirtschaft immer wieder an die Notwendigkeit der Errichtung wissenschaftlicher Institute zu erinnern und zu mahnen.

Von größter Bedeutung waren die Bemühungen und Leistungen Hoheneggs für das Zustandekommen einer Ordnungsorganisation in der elektrotechnischen Industrie und der Elektrizitätswirtschaft. Schon die wissenschaftliche Kommission der Ausstellung in Wien, 1883, hatte den Versuch unternommen, ein internationales Regulativ anzubahnen für die Ausführung elektrischer Anlagen. Dieser Versuch scheiterte aber an der Ablehnung der Delegierten fremder Staaten, die erklärten, „die elektrischen Anlagen (Telegraph ausgenommen) hätten im allgemeinen keine gemeinsamen Berührungspunkte, die einen Staat veranlassen könnten, seine administrative Selbständigkeit einzuschränken“. Indes-

sen trat die Notwendigkeit solcher Ausführungsvorschriften immer mehr zutage. Versicherungsgesellschaften griffen zur Selbsthilfe und machten fallweise Vorschriften, die oft weit auseinander gingen. Im Juni 1888 entstand der erste, von einem Regulativkomitee des Elektrotechnischen Vereines in Wien ausgearbeitete Entwurf, der nach mehrfacher Umarbeitung 1891 als ministeriell genehmigte „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen“ herausgegeben wurde. In Deutschland hat der Verband Deutscher Elektrotechniker erst 1895 durch eine in Eisenach tagende Kommission solche Sicherheitsvorschriften ausgearbeitet und mit allgemein behördlicher Gültigkeit herausgebracht. Der langjährigen, unermüdlenden Tätigkeit Hoheneggs als Vorsitzender des Regulativkomitees im Wiener Elektrotechnischen Verein ist das Zustandekommen der heute bestehenden Vorschriften für die Elektrotechnik in Österreich zu danken.

Der Ausbruch des Krieges 1914 verhinderte leider die Verwirklichung weiterer Pläne Hoheneggs, vor allem den Ausbau des Elektrotechnischen Institutes, wo neben dem Lehrbetrieb das Personal für den elektrotechnischen Dienst bei der Armee im Feld ausgebildet wurde. Diese zusätzlichen Strapazen und nicht zuletzt die Erschwernisse und bedrückenden Erlebnisse der ersten Nachkriegsjahre hatten seine Gesundheit erschüttert. 1920 sah er sich gezwungen, seine Lehrtätigkeit einzustellen und in den Ruhestand zu treten. Glücklicherweise erholte er sich bald und schaltete sich unverzüglich wieder in die Behandlung elektrowirtschaftlicher Tagesfragen ein. In Vorträgen, Gutachten und Projekten bemühte er sich, die inzwischen eingeleitete Elektrifizierung der Staatsbahnen vorwärts zu treiben. Ihn hielt er auch den Zeitpunkt für gekommen, seine Lieblingsidee, die Verbesserung des Wiener Stadtverkehrs, aufs neue zu propagieren und zu verwirklichen; den Umbau der Wiener Stadtbahn zu einer Schnellbahn, die Erbauung einer Untergrundbahn durch die innere Stadt und einer Schnellbahn nach Leopoldau, unter Heranziehung eines Teiles der Vorortelinie. Das zielbewußte erfolgreiche Arbeiten Hoheneggs und die auf Grund seiner in langjähriger Praxis erworbenen Erfahrungen vielfach gemachten Ratschläge wurden allenthalben geschätzt. Für die Novellierung des Elektrizitätsgesetzes und bei Neubearbeitung des Wasserrechtes wurde er zu Rate gezogen. 1909/11 war er Präsident des Österreichischen Ingenieur- und Architekten Vereines, 1913 ernannte ihn der Elektrotechnische Verein Wien zu seinem Ehrenmitglied, 1917 war er Mitglied des Herrenhauses, 1926 ernannte ihn die Technische Hochschule Wien zu ihrem Ehrenbürger und 1928 verlieh sie ihm die Würde eines Dr. techn. h. c.

Als er 1941 für immer seine Augen schloß, war ein Mann von uns gegangen, der mit treffsicherem Weitblick entstehende Probleme erfaßte und eine einmal als praktisch möglich erkannte Lösung mit ungewöhnlicher Tatkraft durchzusetzen verstand und der als akademischer Lehrer, von der Schlüsselstellung des Ingenieurs und seiner großen Verantwortung gegenüber der Wissenschaft ebenso wie im wirtschaftlichen und sozialen Leben unserer Zeit überzeugt, unentwegt als Schrittmacher des wissenschaftlichen Geistes und Förderer des technischen Nachwuchses auftrat.

Die Bedeutung der Verlustfaktormessung für die Prüfung von Generatorwicklungsstäben*)

Von Dr. techn. K. EDWIN, Österreichische Draukraftwerke AG, Studienabteilung, Klagenfurt

Mit 11 Textabbildungen

DK 621.313.3.048 : 621.317.374.045

I. Einleitung

Das Interesse an Verlustfaktormessungen bei Prüfung der Isolation von Generatorstäben bzw. -spulen ist durch Bestrebungen, einen bestimmten maximal zulässigen Verlustfaktoranstieg in die Regeln für elektrische Maschinen VDE 0530 aufzunehmen, in ein neues Stadium getreten. Die von den Herstellern der Maschinen und von den Elektroversorgungsunternehmen vorgeschlagenen Werte weichen dabei nicht unwesentlich voneinander ab.

So schreiben die meisten deutschen Elektroversorgungsunternehmen bei Generatorbestellungen für Stab- und Spulenisolationen einen maximalen Verlustfaktoranstiegswert bis zur Netzspannung U_N von

$$\left(\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta}{\Delta U}\right)_{\max} \leq 1,7 \cdot 10^{-3} / \text{kV}$$

vor. Auch die in Frankreich von der EdF geforderten Werte für den noch zulässigen Verlustfaktoranstieg sind obiger Vorschrift ähnlich¹⁾. Hingegen sind die Hersteller der Generatoren in Deutschland der Auffassung, daß je nach Wicklungsaufbau und Maschinenart der maximal zulässige Verlustfaktoranstieg bis zur Nennspannung einen Wert von

$$\left(\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta}{U \Delta}\right)_{\max}$$

- $\leq 2,5 \cdot 10^{-3} / \text{kV}$ für Stäbe von Turbogeneratoren
- $\leq 3,0 \cdot 10^{-3} / \text{kV}$ für Spulen von Turbogeneratoren
- $\leq 4,0 \cdot 10^{-3} / \text{kV}$ für Stäbe von Schenkelpolgeneratoren
- $\leq 5,0 \cdot 10^{-3} / \text{kV}$ für Spulen von Schenkelpolgeneratoren

erreichen darf. Demnach vertreten die Hersteller praktisch den Standpunkt, daß die Wicklungsisolation im Nutteil einen maximalen Verlustfaktoranstiegswert von

$$\left(\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta}{\Delta U}\right)_{\max} \leq 5 \cdot 10^{-3} / \text{kV bis } U_N$$

haben kann. Die bei großen Stäben bzw. Spulen angegebenen niederen Werte verstehen sich offensichtlich nur aus den an sich günstigen Fertigungsmöglichkeiten. Die Lebenserwartung der Wicklungsisolation im Betrieb wird dadurch nach Ansicht der Hersteller nicht verbessert.

Auf Grund dieser unterschiedlichen Auffassung der Hersteller und Betreiber von großen Synchronmaschinen wird in dieser Arbeit versucht, grundsätzlich Antwort auf die Frage der Aussagekraft der Verlustfaktorkurve

$$\operatorname{tg} \delta = f(U)$$

und damit des maximalen Verlustfaktoranstieges zu geben. Die vom Verfasser an anderer Stelle²⁾ untersuchte

*) Diese Arbeit ist eine Teiluntersuchung der, unter dem Titel: „Zur Frage der Abnahmeprüfung von Generatorhochspannungswicklungen“, an der Technischen Hochschule Graz genehmigten Dissertationsarbeit des Verfassers.

1) EdF-Vorschriften Rundschreiben H 53, Mai 1958, Specification des grandes machines synchrones.

2) K. Edwin: Zur Frage der Abnahmeprüfung von Generatorhochspannungswicklungen; an der Technischen Hochschule Graz genehmigte Dissertationsarbeit.

Forderung nach Einhaltung eines starren Grenzwertes im Gegensatz zur Forderung einer statistisch wahrscheinlichen Einhaltung bestimmter maximaler Verlustfaktoranstiegswerte wird hier nicht behandelt.

II. Analytische Ermittlung des perzentuellen Luftvolumens

Es ist von vorneherein klar, daß die tatsächlichen Vorgänge in der Isolationshülle durch eine analytische Untersuchung nur angenähert erfaßt werden können. Eine genaue Ermittlung ist — abgesehen von der praktischen Undurchführbarkeit — auch nicht erforderlich. Hier soll ja ausschließlich die Frage beantwortet werden, welche Aussagekraft der Verlauf der Verlustfaktorkurve hat und ob bzw. welche quantitativen Zusammenhänge zwischen der Verlustfaktorkurve und dem eingeschlossenen Luftvolumen bestehen.

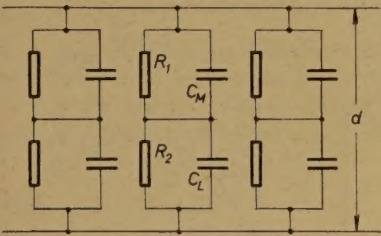


Abb. 1. Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Wicklungsisolation mit Lufteinschlüssen

Betrachten wir von der Wicklungsisolation — Stäbe oder Spulen — der Stärke d vorerst ein Flächenelement mit dem in Serie geschalteten Luftspalt der Dicke x entsprechend Abb. 1, so ist die Gesamtkapazität je Flächeneinheit gleich

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_L} + \frac{1}{C_M}$$

und bei Berücksichtigung von

$$C_M = \epsilon_M \frac{1}{d-x}$$

und

$$C_L = \epsilon_L \frac{1}{x}$$

$$C = \frac{1}{\frac{x}{\epsilon_L} + \frac{d-x}{\epsilon_M}}$$

ϵ_L = Dielektrizitätskonstante der Luft

ϵ_M = Dielektrizitätskonstante des Isolierstoffes (Mikafolium)

Berücksichtigt man, daß wir in allen Fällen $x \ll d$ setzen können und damit $d-x \approx d$ ist, so wird bei Aufspaltung der Dielektrizitätskonstante³⁾

3) Nach einem Vorschlag von Prof. OBERDORFER in seinem Buch: „Die Maßsysteme in Physik und Technik“ wird das Verhältnis der Dielektrizitätskonstante ϵ eines Stoffes zur Influenzkonstante ϵ_0 , also die Dielektrizitätszahl mit E bezeichnet.

$$C = \frac{\epsilon_M}{d} = \frac{\epsilon_0 E_M}{d}$$

Die gesamte dielektrische Verlustleistung je Flächeneinheit \bar{P} läßt sich mithin anschreiben

$$\bar{P} = UI_R$$

und da

$$I_R = I_C \operatorname{tg} \delta = U \omega C \operatorname{tg} \delta$$

$$\bar{P} = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$$

und bei Berücksichtigung von

$$C = \frac{\epsilon_0 E_M}{d}$$

$$\bar{P} = U^2 2 \pi f \frac{\epsilon_0 E_M}{d} \operatorname{tg} \delta$$

Die dielektrische Verlustleistung der ionisierten Luft allein \bar{P}_L — nur diese ist für unsere Überlegungen von Interesse — kann nunmehr unter Berücksichtigung von Abb. 2 mit

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \delta_0 + \operatorname{tg} \delta_L$$

sowie

$$\bar{P} = \bar{P}_0 + \bar{P}_L$$

wie folgt angeschrieben werden:

$$\bar{P}_L = U^2 2 \pi f \frac{\epsilon_0 E_M}{d} \operatorname{tg} \delta_L$$

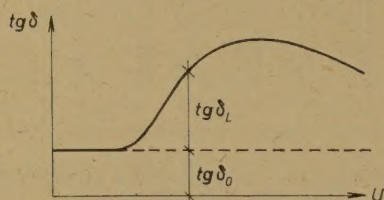


Abb. 2. Die Verlustfaktorkurve $\operatorname{tg} \delta = f(U)$

Um die Ableitung von der Isolationsstärke d unabhängig zu machen, wollen wir im folgenden alle Leistungs- und Luftspaltgrößen auf die Volumseinheit beziehen, obwohl im allgemeinen die Luftspalte an den Rändern der Mikahülse häufiger auftreten werden und auch der Verlustfaktor selbst, über die Stablänge betrachtet, nicht konstant ist. Die Ableitung, die ja nicht den Ort der Luftspalte ermittelt, erhält dadurch im Endresultat eine klarere Form und eine geringere Anzahl von Konstanten.

Die Verlustleistung pro Volumseinheit wird somit

$$P_L = U^2 2 \pi f \frac{\epsilon_0 E_M}{d^2} \operatorname{tg} \delta_L \quad (1)$$

Nun lassen sich aber die dielektrischen Verluste der Luftkondensatoren auch rein auf Grund der Einzeldurchschläge der Luftstrecke errechnen.

Es ist bekannt⁴⁾, daß die Vorstellung eines mit steigender Spannung stetig zunehmenden Verluststromes nicht richtig ist, sondern es — siehe Abb. 3 — zu 4f, 8f, 12f, 16f usw. Durchschlägen pro Sekunde kommt, je nachdem, ob die an den Luftspalt angelegte Teilspannung $U_d - 2 U_d$; $2 U_d - 3 U_d$; $3 U_d - 4 U_d$; $4 U_d - 5 U_d$ usw. beträgt.

Hierbei bedeutet f die Frequenz der angelegten

⁴⁾ F. LIEBSCHER: Die Bedeutung der Glimmentladungen in Hochspannungswicklungen elektrischer Maschinen, VDE-Fachberichte, Band 19 (1956), S. 1/130 ... 135.

Spannung und U_d die Durchschlagsspannung des Luftkondensators.

Bei der nachfolgenden Berechnung wurde von der offensichtlich zutreffenden Vorstellung ausgegangen, daß

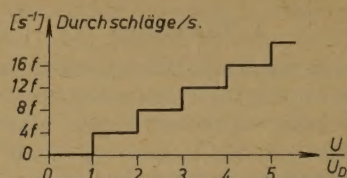


Abb. 3. Anzahl der Einzeldurchschläge in einem Luftspalt pro Sekunde

in der Nutisolation Luftspalte verschiedener Dicke x , entsprechend der in Abb. 4 willkürlich angenommenen Verteilung, vorhanden sind.

Das Luftvolumen aller Luftspalte zwischen x und $x + dx$ in der Isolation sei je Volumseinheit gleich

$$dV = F(x) dx$$

$F(x)$ hat hierbei die Bedeutung einer Verteilungsfunktion der verschieden dicken Luftspaltflächen.

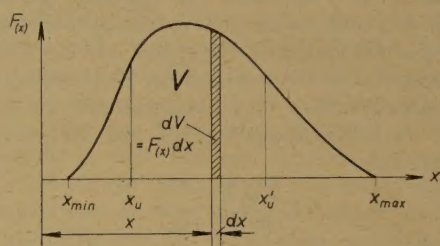


Abb. 4. Verteilung des Luftspaltvolumens als Funktion der Luftspaltdicke

Man erhält aus der Verteilungsfunktion die Fläche der Luftkondensatoren je Volumseinheit mit

$$dA = \frac{F(x) dx}{x}$$

und die Kapazität je Volumseinheit mit

$$dC = \frac{\epsilon_L F(x) dx}{x^2}$$

Die Energie eines Luftspaltes vor dem Durchschlag ist bekanntlich

$$W = \int_0^U CU dU = \frac{CU^2}{2}$$

und deshalb in unserem Falle je Volumseinheit

$$dW = \frac{\epsilon_L F(x) dx}{x^2} \cdot \frac{|\mathcal{E}(x)|^2 x^2}{2}$$

$$dW = \frac{\epsilon_L F(x) |\mathcal{E}(x)|^2}{2} dx$$

Hierbei muß beachtet werden, daß jeder Luftspaltdicke x nach dem Gesetz von PASCHEN eine bestimmte Feldstärke $|\mathcal{E}(x)|$ zugeordnet ist, bei welcher der Spalt durchschlägt und die für die Verlustenergie maßgebend ist. Da ferner die Dielektrizitätszahl ϵ_L für Luft mit

$$\epsilon_L \approx 1$$

angeschrieben werden kann, werden die dielektrischen Verluste der Luftspalte von der Stärke x bis $x + dx$

$$dW = \epsilon_0 \frac{F(x) |\mathcal{E}(x)|^2}{2} dx \quad (2)$$

Berücksichtigt man nun, daß nach Erreichen der Durchschlagsspannung ein Luftspalt 4-f-mal je Sekunde durchschlägt, so erhält man aus Beziehung 2

$$4P = 4f \int_{x_u}^{x_{\max}} \epsilon_0 \frac{F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2}{2} dx.$$

und daraus

$$4P = 2f \epsilon_0 \int_{x_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx. \tag{3}$$

Hiebei ist entsprechend Abb. 4 x_u jene kleinste Luftspaltstärke, die gerade noch durchgeschlagen wird, und x_{\max} die größte vorhandene Luftspaltstärke. Die Feldstärke in Luft $|\mathfrak{E}_L|$ im Zweischichtkondensator (Mika-Luft) ist bekanntlich

$$|\mathfrak{E}_L| = \frac{CU}{\epsilon_L} = \frac{CU}{\epsilon_0 E_L}$$

Das ergibt mit der bereits ermittelten Kapazität je Flächeneinheit

$$C = \frac{\epsilon_0 E_M}{d}$$

eingesetzt

$$|\mathfrak{E}_L| = \frac{\epsilon_0 E_M U}{d \epsilon_0 E_L}$$

und da $E_L \approx 1$

$$|\mathfrak{E}_L| = \frac{U E_M}{d}$$

bzw.

$$|\hat{\mathfrak{E}}_L| = \frac{\sqrt{2} U E_M}{d} = K_1 \cdot U = |\hat{\mathfrak{E}}_{1\max}|. \tag{4}$$

Hiebei bedeutet $|\mathfrak{E}_{1\max}|$ die entsprechend der angelegten Spannung U maximal mögliche Feldstärke in einem Luftspalt.

Erhöht man die angelegte Spannung U so weit, daß die größten Luftspalte bereits 8mal je Periode durchschlagen, so kommt für diese Spalte entsprechend Abb. 5 folgende Verlustleistung hinzu:

$$\begin{aligned} 8P &= 8f \int_{x'_u}^{x_{\max}} \epsilon_0 \frac{F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2}{2} dx - 4f \int_{x'_u}^{x_{\max}} \epsilon_0 \frac{F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2}{2} dx \\ 8P &= 2f \epsilon_0 \int_{x'_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx. \end{aligned} \tag{5}$$

Demnach ist die zusätzliche Verlustleistung $8P$ durch den Differenzbetrag der Verlustleistung durch alle 8 Durchschläge je Periode und der ursprünglichen Verlustleistung entsprechend Beziehung (3) gegeben.

Abb. 5 veranschaulicht diese Überlegung, wonach über die ganze schraffierte Fläche (Dicke $x_u - x_{\max}$) 4-f-Durchschläge erfolgen, und über die doppelt schraffierte Fläche (Dicke $x'_u - x_{\max}$) noch einmal 4-f-Durchschläge pro Sekunde hinzukommen. Die untere Grenze jener Luftspalte x'_u , die gerade noch 8-f-mal durchgeschlagen, ist jetzt eine größere, da für 8-f-Durchschläge die maximal vorhandene Feldstärke $|\mathfrak{E}'_1| \geq$ der dop-

pelten Durchbruchfeldstärke $|\mathfrak{E}'_1| = |\mathfrak{E}(x)|$ dieses Luftspaltes sein muß. Es ist daher entsprechend Abb. 5

$$|\mathfrak{E}'_1| = \frac{|\mathfrak{E}_1|}{2} = \frac{\sqrt{2} U E_M}{2d}$$

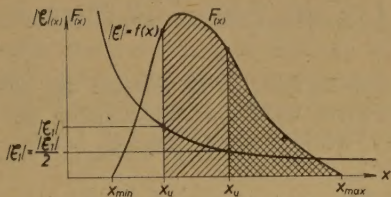


Abb. 5. Berücksichtigung der mehrfachen Durchschläge pro Sekunde

Die erste Beschriftung von unten auf der Ordinatenachse lautet richtig $|\mathfrak{E}'_1| = \frac{|\mathfrak{E}_1|}{2}$, die dritte von links auf der Abszissenachse x'_u

Die gesamte Verlustleistung der ionisierten Luftstrecken beträgt unter Berücksichtigung aller 4-n-Durchschläge pro Sekunde für $n = 1, 2, 3$ usw.

$$4P + 8P + 12P + \dots + 4nP = 4\Sigma nP \tag{6}$$

Berücksichtigt man für unsere Überlegungen — was man, wie wir noch sehen werden, in erster Annäherung tun kann — nur die ersten 2 Glieder obiger Gleichung, so erhält man als Gesamtverlustleistung

$$4P + 8P = 4\Sigma nP \tag{6a}$$

und eingesetzt

$$2f \epsilon_0 \int_{x_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx + 2f \epsilon_0 \int_{x'_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx = 4\Sigma nP \tag{6b}$$

Wir haben somit die Verlustleistung der Luftkondensatoren sowohl aus den bekannten Beziehungen des elektrischen Feldes als auch direkt auf Grund der Einzeldurchschläge durch Annahme einer Verteilfunktion $F(x)$ ermittelt. Durch Gleichsetzung der Beziehung (1) und (6b), die voraussetzungsgemäß richtig ist, erhält man

$$\begin{aligned} 2f \epsilon_0 \int_{x_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx + 2f \epsilon_0 \int_{x'_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx &= \\ &= U^2 2\pi f \frac{\epsilon_0 E_M}{d^2} \text{tg } \delta_L \end{aligned}$$

bzw.

$$\begin{aligned} \int_{x_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx + \int_{x'_u}^{x_{\max}} F(x) |\mathfrak{E}(x)|^2 dx &= \\ &= \frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \text{tg } \delta_L \end{aligned} \tag{7}$$

Man kann nun aus der durch Messung gegebenen Verlustfaktorkurve

$$\text{tg } \delta_L = f(U)$$

die Verteilung der Luftspalte verschiedener Größe sowie das prozentuelle Luftvolumen berechnen, wie nachfolgend gezeigt wird.

Wir bilden hiezu das Differential der Gleichung (7)

nach x ; vorerst noch unter Vernachlässigung des 2. Integrals. Wir erweitern dazu die linke Gleichungsseite mit $\frac{dx}{dx}$

$$\frac{dx}{dx} \int_{x_u}^{x_{\max}} F_{(x)} |\mathfrak{E}_{(x)}|^2 dx = \frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L$$

und differenzieren nach U , da wir bei der gemessenen Verlustfaktorkurve nicht die Abhängigkeit des Verlustfaktors von x , sondern von U gegeben haben.

$$\frac{d}{dU} \frac{dx}{dx} \int_{x_u}^{x_{\max}} F_{(x)} |\mathfrak{E}_{(x)}|^2 dx = \frac{d}{dU} \left[\frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L \right]$$

Wir schreiben sodann nach Auflösen des differenzierten Integrals:

$$\frac{dx}{dU} F_{(x)} |\mathfrak{E}_{(x)}|^2 = \frac{d}{dU} \left[\frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L \right]$$

und erhalten schließlich:

$$F_{(x)} |\mathfrak{E}_{(x)}|^2 = \frac{\pi E_M d}{d^2} \frac{[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{dU} \frac{dU}{dx}$$

Da wir nur die Änderung des $\operatorname{tg} \delta_L$ betrachten — also nur die in dem kleinen Intervall dU neu hinzukommende Luftspaltüberschläge — können wir in $\mathfrak{E}_{(x)}$, das ist die Überschlagsfeldstärke für die jeweilig neu hinzukommende Spalte, die momentan angelegte Spannung U entsprechend der Beziehung (4) einsetzen:

$$|\hat{\mathfrak{E}}_{\text{Jmax}}| = \frac{\sqrt{2} U E_M}{d} = K_1 U$$

und erhalten damit

$$F_{(x)} = \frac{\pi E_M}{d^2} \frac{d^2}{2 U^2 E_M^2} \frac{d [U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{dU} \frac{dU}{dx} \tag{8}$$

$$F_{(x)} = \frac{\pi}{2 E_M} \frac{1}{U^2} \frac{d [U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{dU} \frac{dU}{dx}$$

Ab nun müssen wir eine Unterscheidung von $F_{(x)}$, dx und damit auch $|\mathfrak{E}_{(x)}|$ in ${}_4F_{(x)}$, ${}_8F_{(x)}$, ${}_{12}F_{(x)}$ usw.; ${}_4dx$, ${}_8dx$, ${}_{12}dx$ usw. und ${}_4|\mathfrak{E}_{(x)}|$, ${}_8|\mathfrak{E}_{(x)}|$, ${}_{12}|\mathfrak{E}_{(x)}|$ treffen, weil ja entsprechend Abb. 5 bei einer bestimmten angelegten Spannung verschiedene Stücke der Kurve $F_{(x)}$ sowie der Feldstärke zur Berechnung herangezogen werden. Durch den Übergang auf die Differentialform der Gleichung (8) werden die Grenzen x entsprechend Gleichung (5) sonst nicht mehr besonders angegeben.

Wenn die angelegte Spannung soweit ansteigt, daß die dicksten Luftspalte 8mal durchschlagen, muß auch das 2. Integral berücksichtigt werden. Wir gehen wieder, unter Berücksichtigung der n -fachen Durchschläge von Formel (7) aus

$$\int_{x_u}^{x_{\max}} {}_4F_{(x)} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_4dx + \int_{x'_u}^{x_{\max}} {}_8F_{(x)} |{}_8\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_8dx =$$

$$= \frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L$$

Wie wir wissen, muß die Durchschlagsfeldstärke der neu hinzukommenden Durchschläge gleich der halben angelegten Feldstärke sein.

$$|{}_8\mathfrak{E}_{(x)}| = \frac{1}{2} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|$$

Damit erhalten wir eingesetzt:

$$\int_{x_u}^{x_{\max}} {}_4F_{(x)} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_4dx + \frac{1}{4} \int_{x'_u}^{x_{\max}} {}_8F_{(x)} |{}_8\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_8dx =$$

$$= \frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L$$

Wir führen wieder die Differentiation nach x zunächst in Form einer Erweiterung der linken Gleichungsseite durch

$$\frac{{}_4dx}{{}_4dU} \int_{x_u}^{x_{\max}} {}_4F_{(x)} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_4dx + \frac{1}{4} \frac{{}_8dx}{{}_8dU} \int_{x'_u}^{x_{\max}} {}_8F_{(x)} |{}_8\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_8dx =$$

$$= \frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L$$

und differenzieren nun die Gleichung nach der momentan betrachteten Spannung U_4

$$\frac{d}{{}_4dU} \frac{{}_4dx}{{}_4dU} \int_{x_u}^{x_{\max}} {}_4F_{(x)} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_4dx +$$

$$+ \frac{1}{4} \frac{d}{{}_4dU} \frac{{}_8dx}{{}_8dU} \int_{x'_u}^{x_{\max}} {}_8F_{(x)} |{}_8\mathfrak{E}_{(x)}|^2 {}_8dx = \frac{d}{{}_4dU} \left[\frac{\pi E_M}{d^2} U^2 \operatorname{tg} \delta_L \right]$$

daraus erhalten wir

$$\frac{{}_4dx}{{}_4dU} {}_4F_{(x)} |{}_4\mathfrak{E}_{(x)}|^2 + \frac{1}{4} \frac{{}_8dx}{{}_4dU} {}_8F_{(x)} |{}_8\mathfrak{E}_{(x)}|^2 =$$

$$= \frac{\pi E_M d}{d^2} \frac{[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{{}_4dU}$$

und nach Einsetzen von

$$|{}_4\mathfrak{E}| = \frac{\sqrt{2} U E_M}{d}$$

$$\frac{{}_4dx}{{}_4dU} {}_4F_{(x)} + \frac{1}{4} \frac{{}_8dx}{{}_4dU} {}_8F_{(x)} = \frac{\pi}{2 E_M} \frac{1}{U^2} \frac{d [U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{{}_4dU}$$

Beachten wir schließlich noch, daß das ${}_4dU$ — der tatsächlich betrachtete Spannungssprung — doppelt so groß ist, wie das ${}_8dU$ — der zum 8fachen Durchschlag gehörige Spannungssprung — so erhalten wir entsprechend Abb. 6

$${}_4dU = 2 {}_8dU$$

und damit

$$\frac{{}_4dx}{{}_4dU} {}_4F_{(x)} + \frac{1}{8} \frac{{}_8dx}{{}_8dU} {}_8F_{(x)} = \frac{\pi}{2 E_M} \frac{1}{U^2} \frac{d [U^2 \operatorname{tg} \delta_2]}{{}_4dU}$$

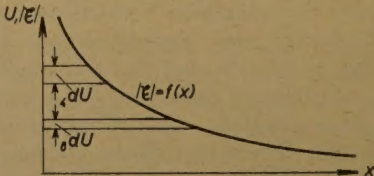


Abb. 6. Spannungssprung bei mehrfachen Durchschlägen

Nach analoger Berücksichtigung der Glieder für den 12-, 16- usw. -fachen Durchschlag pro Sekunde erhält man endlich

$$\frac{4dx}{4dU} {}_4F_{(x)} + \frac{1}{8} \frac{8dx}{8dU} {}_8F_{(x)} + \frac{1}{27} \frac{12dx}{12dU} {}_{12}F_{(x)} + \dots =$$

$$= \frac{\pi}{2E_M} \frac{1}{U^2} \frac{d[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{4dU} \quad (9)$$

oder kürzer

$$n = \frac{U}{U_d}$$

$$\sum_{n=1} \frac{1}{n^3} \frac{4n dx}{4n dU} {}_{4n}F_{(x)} = \frac{\pi}{2E_M} \frac{1}{U^2} \frac{d[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{4dU} \quad (9a)$$

Diese Gleichung stellt eine ganz allgemeine physikalische Beziehung zwischen dem Luftvolumen der Isolation und der Verlustfaktorkurve dar. Die Verteilung der Luftspalte lässt sich somit schrittweise bestimmen, indem man die angelegte Meßspannung U um einen beliebigen Betrag ΔU , beispielsweise um 1 kV, vergrößert und sich $F_{(x)} \cdot dx$ jeweils für diesen Bereich errechnet. Wie weit man die einzelnen Glieder der linken Gleichungsseite berücksichtigen muß, läßt sich unmittelbar abschätzen. Bei neuen Stäben, d. h. flachen Verlustfaktorkurven, werden meist die drei ersten Glieder genügen. In diesem Falle kann auch das ΔU auf 2 kV erhöht werden.

Durch Beziehung (9) sind wir nun in der Lage, aus einer experimentell ermittelten Verlustfaktorkurve $\operatorname{tg} \delta = f(U)$ die Häufigkeitsverteilung der Hohlräume sowie den prozentuellen Luftanteil am Isolationsvolumen angenähert zu erfassen. Wir wollen noch die Beziehung (9) für den praktischen Gebrauch etwas umformen und setzen:

$$\frac{\pi}{2E_M} = K_2 \quad \text{sowie} \quad {}_{4n}F_{(x)} \frac{4n dx}{4n dU} = \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right)$$

und erhalten bei Berücksichtigung der 16fachen Durchschläge

$$\left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) = \frac{K_2 d[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{U^2 dU} -$$

$$- \frac{1}{8} \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) - \frac{1}{27} \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) - \frac{1}{64} \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right)$$

Weiters differenzieren wir den Ausdruck

$$\frac{1}{U^2} \frac{d[U^2 \operatorname{tg} \delta_L]}{dU}$$

und erhalten

$$\frac{d \operatorname{tg} \delta_L}{dU} + \frac{2 \operatorname{tg} \delta_L}{U}$$

Somit können wir schreiben

$$\left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) = K_2 \left(\frac{d \operatorname{tg} \delta_L}{dU} + \frac{2 \operatorname{tg} \delta_L}{U} \right) -$$

$$- \frac{1}{2^3} \left(\frac{dV}{dU} \right) - \frac{1}{3^3} \left(\frac{dV}{dU} \right) - \frac{1}{4^3} \left(\frac{dV}{dU} \right) \quad (10)$$

Damit erhält man das prozentuelle Luftvolumen aus der Summe aller Volumendifferentiale. Es ist somit

$$U = U_{\max}$$

$$\sum_4 \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) = \text{prozentuelles Luftvolumen.}$$

$$U = U_{GI}$$

III. Praktische Durchführung der Bestimmung des Luftvolumens

Um nun auch zu einer anschaulichen Vorstellung der im vorigen Abschnitt erkannten analytischen Zusammenhänge zwischen Verlustfaktorkurve, $\left(\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta}{\Delta U} \right)_{\max}$, Luftspaltverteilung und prozentuellem Luftvolumen zu kommen, wurden fünf untereinander ähnliche Verlustfaktorkurven mit verschieden starkem maximalen Verlustfaktoranstieg und verschiedener Glimmeinsatzspannung gezeichnet. Tab. 1 gibt eine Zusammenstellung der verwendeten Kenngrößen dieser in Abb. 7 dargestellten Kurven.

Tabelle 1. Daten der Versuchskurven

| Kurve | $\left(\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta}{\Delta U} \right)_{\max}$ | U_{GI} | E_M | Isolationsdicke d |
|-------|--|----------|-------|---------------------|
| | $10^{-3}/\text{kV}$ | kV | | mm |
| 1 | 2,9 | 3 | 4 | 3,8 |
| 2 | 2,5 | 3,5 | 4 | 3,8 |
| 3 | 2,1 | 4 | 4 | 3,8 |
| 4 | 1,7 | 4,5 | 4 | 3,8 |
| 5 | 1,3 | 5 | 4 | 3,8 |

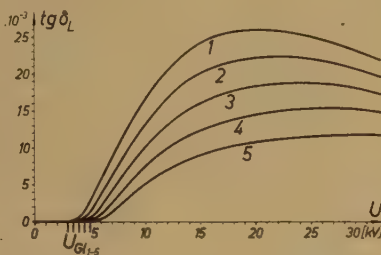


Abb. 7. Fünf Versuchskurven für die Bestimmung des prozentuellen Luftgehaltes

In Tab. 2 wurde auf Grund der Beziehung (10) des vorigen Abschnittes ein übersichtliches Schema angegeben, wie die Verteilfunktion $F_{(x)}$ bestimmt werden kann. Da der Rechnungsgang für alle Verlustfaktorkurven gleich bleibt, wurde dieser nachfolgend nur für Kurve 1 genau angegeben.

Während die Werte in Spalte 1, 2 und 6 der Tab. 2 unmittelbar bestimmt werden können, ist dies für Spalte 3...5 nur über das Paschensche Gesetz⁵⁾ möglich. Abb. 8 gibt diese Gesetzmäßigkeit in doppelt logarithmischem Maßstab wieder. Für die Luftspaltdicke x wurden zwei Maßstäbe verwendet, um 6 Dekaden unterzubringen. Der in Spalte 4 zu bestimmende Ausdruck $\frac{dx}{d|E|}$ reicht über mehr als 10 Dekaden und zeigt sich daher als oftmals gebrochener Linienzug. Seine Größe ist, da sonst der Maßstab zu unübersichtlich würde, als Logarithmus angegeben. Die Bestimmung des $\operatorname{tg} \delta_L$ für Spalte 6 ist aus der jeweiligen Verlustfaktorkurve in Abb. 7 unmittelbar möglich. Den Ausdruck $\frac{d \operatorname{tg} \delta}{dU}$ erhält man ebenso aus der jeweiligen Verlustfaktorkurve, während sich die Ausdrücke in Spalte

⁵⁾ Encyclopedie des Isolants Electriques; A. G. Fachschriften-Verlag und Buchdruckerei, Zürich.

⁶⁾ M. WELLAUER: Einführung in die Hochspannungstechnik, Verlag: Birkhäuser, Basel/Stuttgart.

Tabelle 2. Schrittweise Berechnung der Luftspaltverteilung und des prozentuellen Luftgehaltes für die Versuchskurve 1

| Kurve Nr. 1 | | | Glimmeinsatz: 3 kV | | | $E_M = 4$ | | $d_M = 3,8 \text{ mm}$ | | $K_1 = \frac{\sqrt{2} E_M}{d_M} = 1,439 \frac{1}{\text{mm}}$ | | $K_2 = \frac{\pi}{2 E_M} = 0,3927$ | | $\left(\frac{\Delta \text{tg } \delta}{\Delta U} \right)_{\text{max}} = 2,9 \cdot 10^{-9} [\text{kV}]$ | |
|------------------|-------------------------------|------------------------|--|---|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|---|---|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 a | 11 b | 11 c | 12 | 13 | |
| U_{eff} | $\hat{ \mathcal{E} } = K_1 U$ | $x = f(\mathcal{E})$ | $\frac{dx}{d \mathcal{E} }$ | $\frac{dx}{dU} = K_1 \frac{dx}{d \mathcal{E} }$ | $\text{tg } \delta_L$ | $\frac{d \text{tg } \delta_L}{dU}$ | $\frac{2 \text{tg } \delta_L}{U}$ | $\frac{\text{Sp7} + \text{Sp8}}{U^2 \cdot dU} = \frac{1}{(dU^2 \text{tg } \delta)_L}$ | $\frac{K_2 d(U^2 \text{tg } \delta_L)}{U^2 \cdot dU}$ | $\frac{1}{2^3} \cdot \frac{s dV}{s dU}$ | $\frac{1}{3^3} \cdot \frac{12 dV}{12 dU}$ | $\frac{1}{4^3} \cdot \frac{16 dV}{16 dU}$ | $\text{Sp10} - \text{Sp11} = \left(F_{(x)} \frac{dx}{dU} \right) \cdot \frac{dV}{dU} = {}_4 dV$ | $\text{Sp12; Sp5} = {}_4 F_{(x)}$ | |
| | | | $10^{-3} \frac{\text{mm}^2}{\text{kV}} = 10^{-12} \frac{\text{m}^2}{\text{V}}$ | $10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{V}}$ | 10^{-3} | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $10^{-9} \frac{1}{\text{V}}$ | $\frac{1}{\text{m}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$ |
| 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,489 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2,978 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 4,467 | 1 200 | 1 750 | 2 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0 | 0 | |
| 4 | 5,956 | 310 | 190 | 283 | 0,7 | 1 450 | 350 | 1 750 | 740 | | | | 740 | 2,61 | |
| 5 | 7,445 | 150 | 57 | 85 | 3,0 | 2 720 | 1 200 | 3 920 | 1 540 | | | | 1 540 | 18,1 | |
| 6 | 8,934 | 94 | 26 | 39 | 5,9 | 2 880 | 1 970 | 4 850 | 1 900 | 0 | | | 1 900 | 48,8 | |
| 7 | 10,423 | 68 | 14,5 | 21,6 | 8,8 | 2 890 | 2 520 | 5 410 | 2 120 | 40 | | | 2 080 | 96,4 | |
| 8 | 11,912 | 50 | 8,3 | 12,4 | 11,7 | 2 790 | 2 930 | 5 720 | 2 250 | 92 | | | 2 158 | 175 | |
| 9 | 13,401 | 40 | 5,4 | 8,0 | 14,2 | 2 600 | 3 160 | 5 760 | 2 260 | 150 | 0 | | 2 110 | 164 | |
| 10 | 14,890 | 33 | 3,7 | 5,5 | 16,7 | 2 280 | 3 340 | 5 620 | 2 210 | 193 | 8 | | 2 009 | 366 | |
| 11 | 16,379 | 28 | 2,7 | 4,0 | 18,6 | 2 010 | 3 380 | 5 390 | 2 120 | 218 | 16 | | 1 886 | 471 | |
| 12 | 17,868 | 25 | 2,1 | 3,1 | 20,4 | 1 700 | 3 400 | 5 100 | 2 000 | 238 | 27 | 0 | 1 735 | 560 | |
| 13 | 19,357 | 22 | 1,65 | 2,46 | 22,0 | 1 410 | 3 380 | 4 790 | 1 880 | 252 | 40 | 2 | 1 586 | 645 | |
| 14 | 20,846 | 20 | 1,34 | 2,00 | 23,2 | 1 120 | 3 320 | 4 440 | 1 740 | 260 | 50 | 5 | 1 425 | 713 | |
| 15 | 22,335 | 18,0 | 1,09 | 1,62 | 24,2 | 830 | 3 230 | 4 060 | 1 590 | 267 | 57 | 8 | 1 258 | 780 | |
| 16 | 23,828 | 16,3 | 0,90 | 1,34 | 24,9 | 600 | 3 110 | 3 710 | 1 460 | 270 | 62 | 11 | 1 117 | 835 | |
| 17 | 25,313 | 15,1 | 0,77 | 1,15 | 25,4 | 400 | 2 990 | 3 390 | 1 330 | 269 | 67 | 15 | 979 | 850 | |
| 18 | 26,802 | 14,2 | 0,67 | 1,00 | 25,6 | 240 | 2 850 | 3 090 | 1 210 | 264 | 70 | 19 | 857 | 857 | |
| 19 | 28,291 | 13,2 | 0,58 | 0,86 | 25,8 | 110 | 2 720 | 2 830 | 1 110 | 258 | 73 | 22 | 757 | 880 | |
| 20 | 29,780 | 12,5 | 0,50 | 0,74 | 25,9 | 0 | 2 590 | 2 590 | 1 020 | 251 | 75 | 24 | 670 | 905 | |
| 21 | 31,269 | 11,9 | 0,45 | 0,67 | 25,8 | — 80 | 2 460 | 2 380 | 930 | 244 | 77 | 26 | 583 | 870 | |
| 22 | 32,758 | 11,3 | 0,40 | 0,60 | 25,7 | — 160 | 2 340 | 2 180 | 860 | 236 | 78 | 28 | 518 | 864 | |
| 23 | 34,247 | 10,7 | 0,355 | 0,529 | 25,6 | — 230 | 2 230 | 2 000 | 790 | 226 | 79 | 29 | 456 | 861 | |
| 24 | 35,736 | 10,1 | 0,321 | 0,478 | 25,3 | — 300 | 2 110 | 1 810 | 710 | 217 | 80 | 30 | 383 | 801 | |
| 25 | 37,225 | 9,8 | 0,295 | 0,439 | 25,0 | — 360 | 2 000 | 1 640 | 640 | 208 | 80 | 31 | 321 | 731 | |
| 26 | 38,714 | 9,4 | 0,266 | 0,396 | 24,6 | — 410 | 1 890 | 1 480 | 580 | 198 | 79 | 32 | 271 | 684 | |
| 27 | 40,203 | 9,0 | 0,238 | 0,354 | 24,2 | — 460 | 1 790 | 1 330 | 520 | 188 | 78 | 32 | 222 | 628 | |
| 28 | 41,692 | 8,6 | 0,219 | 0,326 | 23,7 | — 510 | 1 690 | 1 180 | 460 | 178 | 76 | 33 | 173 | 531 | |
| 29 | 43,181 | 8,3 | 0,198 | 0,295 | 23,1 | — 550 | 1 590 | 1 040 | 410 | 168 | 73 | 33 | 136 | 461 | |
| 30 | 44,670 | 8,0 | 0,180 | 0,268 | 22,5 | — 590 | 1 500 | 910 | 360 | 157 | 70 | 34 | 99 | 370 | |

8...10 bereits aus den bisherigen Teilergebnissen der Tab. 2 bestimmen lassen.

Solange keine Durchschläge höherer Ordnung auftreten, sind die Spalten 10 und 12 identisch. Die Werte für die höheren Durchschläge, entsprechend Spalte 11a...11c, finden wir nach der im letzten Abschnitt

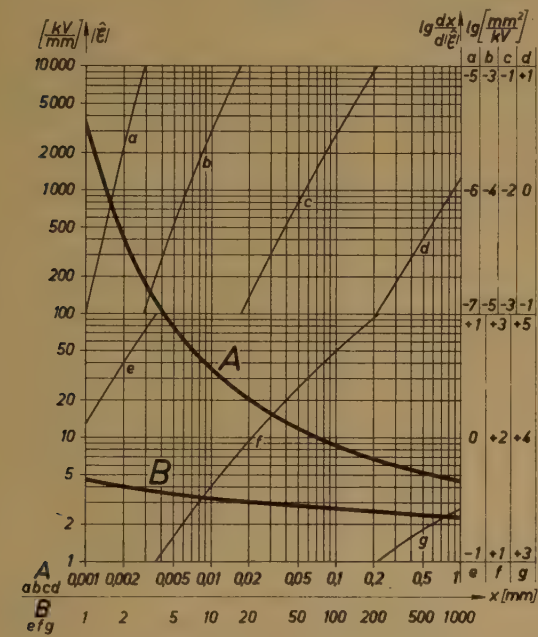


Abb. 8. Das Paschen'sche Gesetz für Luft bei $\delta = 0^{\circ}\text{C}$ und $p = 1\text{ kg/cm}^2$

ermittelten Beziehung (10) durch Division der Werte von Spalte 12 durch n^3 und Einsetzen in die Zeile n -facher Spannung. Wir erhalten dabei anfänglich nur einige Werte. Durch Interpolation der nach vorerst wenigen Werten der Spalte 12 dargestellten Kurvenform können weitere Werte der Spalten 11a...11c und

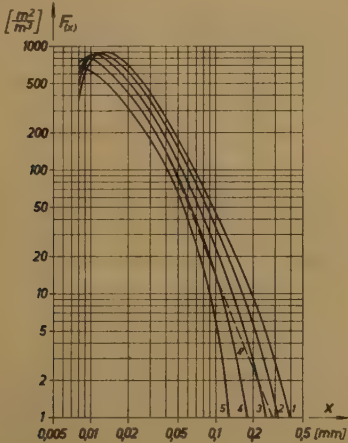


Abb. 9. Verteilung der Luftspalte bei den fünf Versuchskurven in logarithmischer Darstellung

fortschreitend nunmehr auch die übrigen Werte der Spalte 12 ermittelt werden. Nunmehr läßt sich die Verteilungsfunktion $F(x)$ aus Spalte 5 und 12 unmittelbar bestimmen. Die Ermittlung des perzentuellen Luftvolumens sowie der Luftspaltverteilung ist mit Hilfe der Spalten 12 und 13 möglich.

Die Abb. 9 zeigt die Luftspaltverteilung für die fünf untersuchten Verlustfaktorkurven. Aus Abb. 9 erkennt man, daß bei steigendem maximalen Verlustfaktoranstieg und fallender Glimmeinsatzspannung das Luftvolumen immer mehr in den Bereich großer Luftspalte gedrückt wird. Diese Tatsache erklärt sich un-

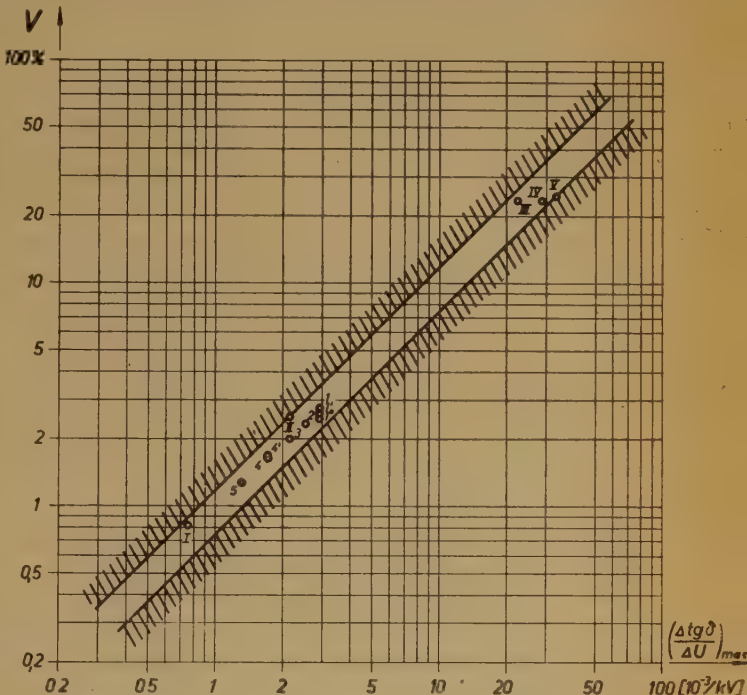


Abb. 10. Perzentuelles Luftvolumen als Funktion des maximalen Verlustfaktoranstieges

mittelbar aus der Fertigungstechnik der Stabisolation. Die planimetrierbaren Flächen

$$\int_0^x F(x) dx \quad \text{bzw.} \quad \int_0^U \left(\frac{dV}{dU} \right) dU$$

geben das perzentuelle Luftvolumen der Isolation an. Über die perzentuelle Größe des Luftvolumens und ihren quantitativen Zusammenhang mit dem maximalen Verlustfaktoranstieg gibt Abb. 10 Auskunft. Man erkennt eine Proportionalität zwischen perzentuellem Luftvolumen und maximalem Verlustfaktoranstieg für die Verlustfaktoren 1...5. Eine Abweichung von dieser Proportionalität ab einer bestimmten Spannung kann nicht festgestellt werden. In Abb. 10 wurden auch fünf gemessene Verlustfaktorkurven von zwei neuen und drei besonders stark gealterten Stäben eingetragen.

IV. Einfluß der Glimmeinsatzspannung und des Kurvenverlaufes

Um den Einfluß der vorerst willkürlich angenommenen Glimmeinsatzspannung festzustellen, wurde für Kurve 1 die Glimmeinsatzspannung von 3 kV auf 5 kV und 7 kV geändert, jedoch der Kurvenverlauf vorerst belassen. Die dafür erhaltenen Ergebnisse — Punkt 1' und 1'' — sind ebenfalls in Abb. 10 eingetragen.

Um den Einfluß des Kurvenverlaufes im unteren Spannungsbereich, der für uns von besonderem Interesse ist, festzustellen, wurde dieser für Kurve 4, ent-

sprechend Abb. 11, geändert und die erhaltenen Ergebnisse — Punkt 4' in Abb. 10 bzw. strichlierte Kurve 4' in Abb. 9 — eingetragen.

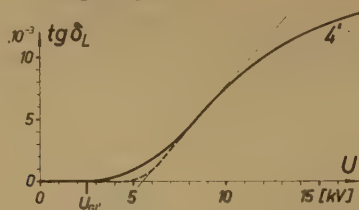


Abb. 11. Geänderte Glimmeinsatzspannung U_{GI} der Versuchskurve 4

Demnach ändert sich das Luftvolumen nur wenig. Die Luftspaltverteilung zeigt, daß die vorhandene Vergrößerung des Luftvolumens nur durch eine Vermehrung der dicken Luftspalte auftritt.

V. Zusammenfassung

a) Es wurde eine sehr gute Proportionalität zwischen maximalem Verlustfaktoranstieg und perzentuellem Luftvolumen festgestellt. Ein über- oder unterproportionaler Anstieg des Luftvolumens ab einem bestimmten Verlustfaktoranstieg ist *nicht* vorhanden.

Andererseits erkennt man aus den Ergebnissen die besondere Bedeutung des maximalen Verlustfaktoranstieges als Fertigungskontrolle. Mit einer Gefügelockerung der Hülsenisolation selbst oder einer Lösung der Hülse vom Teileleitervorband steigt proportional der maximale Verlustfaktoranstieg, und zwar derart, daß bei Vergrößerung des Verlustfaktoranstieges um $1 \cdot 10^{-3}/kV$ sich das Luftvolumen um je 1% vergrößert.

b) Die Höhe der Glimmeinsatzspannung sowie die Form der Verlustfaktorkurve haben keinen wesentlichen Einfluß auf das perzentuelle Luftvolumen, wenn man berücksichtigt, daß voraussetzungsgemäß die erhaltenen Ergebnisse nur *Annäherungen* an die wirklichen Vorgänge bringen können.

Die an sich nicht zu unterschätzende Bedeutung der niedrigeren Glimmeinsatzspannung liegt demnach ausschließlich auf dem Gebiet der elektrochemischen Beanspruchung der Isolation im Betrieb.

c) Je kleiner der maximale Verlustfaktoranstieg, umso mehr verschiebt sich dann das auch kleinere perzentuelle Luftvolumen in Richtung kleinerer Luftspalte. Das Dielektrikum wird dichter.

d) In dieser Arbeit wurde auf rechnerischem Wege der quantitative Zusammenhang zwischen der Span-

nungsabhängigkeit des Verlustfaktors und dem in der Isolation eingeschlossenen Luftvolumen untersucht. Es wäre auch zu begrüßen, wenn diese *analytische* Untersuchung nunmehr durch exakte *experimentelle* Versuche ergänzt werden könnte. Dadurch könnte man abschätzen, wie sehr die Genauigkeit der Ergebnisse durch die vereinfachenden Voraussetzungen beeinträchtigt wird.

Diese Untersuchung soll nicht abgeschlossen werden, ohne auf folgendes hinzuweisen. Es wurde vom Verfasser bereits in anderen Arbeiten^{7) 8)} festgestellt, daß die Forderung nach einem bestimmten maximalen Verlustfaktoranstiegswert bei der Abnahme von Generatorwicklungsstäben allein grundsätzlich nicht befriedigen kann. Das natürliche Bestreben der Hülsenisolation mit organischem Bindemittel, wie Schellack oder Asphalt, sich im Betrieb infolge der mechanisch-thermischen Beanspruchung zu lockern, muß dabei mehr als bisher beachtet werden. Ohne die Frage der Notwendigkeit der Verwendung von Kunstharzisolation bei Generatorwicklungen grundsätzlich positiv zu beantworten, sei festgestellt, daß nur bei diesen das Aufgehen der Wicklung weitgehend verhindert werden kann.

Erst dann aber, wenn die Isolation auch durch die Beanspruchung im Betrieb nicht aufgeht, ist die Forderung nach kleinen Verlustfaktoranstiegswerten, d. h. Luftvolumen, wie sie heute von vielen Elektroversorgungsunternehmen gefordert werden, streng genommen sinnvoll. Letztlich ist ja für den Betreiber nur das während der Betriebszeit der Maschine in der Wicklungsisolation enthaltene Luftvolumen und nicht das anlässlich der Abnahmeprüfung der Maschine von Wichtigkeit. In welchem Ausmaße die Forderung nach bestimmten Verlustfaktorwerten notwendig ist, kann auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit noch nicht abschließend beantwortet werden. Sie muß sowohl durch wirklichkeitsnahe Laborversuche bei den Herstellerfirmen, durch die die tatsächliche Bedeutung der elektrochemischen Beanspruchung der Isolation vor allem bei Kunstharzen als Bindemittel festgestellt werden soll, als auch durch eine genaue Schadensstatistik an Maschinen ergänzt werden, damit diese Frage wirklich sachlich beantwortet werden kann.

⁷⁾ K. EDWIN und W. ZWICKNAGL: Alterungsmessungen an Hochspannungswicklungen von Synchronmaschinen. E und M, 77. Jahrg. (1960), H. 7, S. 141...149.

⁸⁾ K. Edwin und W. Zwicknagl: Grundlage für die Betriebsüberwachung der Generator-Wicklungsisolation. ÖZE, 13. Jahrg. (1960), H. 6, S. 423...429.

Wertbare und gesicherte Leistung

Von Dr. E. FISCHER, Graz

DK 620.93 : 621.221

Mehrfach wurden schon Bemühungen unternommen, den wertenden Vergleich einzelner Wasserkraftstypen auf abstrakter Grundlage, also unabhängig vom Ertragsregime, zu versuchen. In jüngster Zeit hat im Rahmen einer Dissertation an der Technischen Hochschule Graz Dr. F. WEHRSCHÜTZ sich mit diesem Thema beschäftigt, und die Zeitschrift „Energiewirtschaftliche Tagesfragen“, Heft 82/83 vom 14. Mai 1960, brachte aus der Feder von Professor Dr. GRENGG, Graz, einen Aufsatz über „Die gesicherte und die wertbare Leistung von Wasserkraftwerken“.

Im Begriff „wertbare Leistung“ erscheint als wesentliches Kriterium die Abstellung auf den Ertrag. Es wird also der einzelnen Anlage jene Leistung zugemessen, die im Jahresertrag zur Wertung kommt und im Verrechnungssystem der stromliefernden Gesellschaft den individuellen Anteil der Anlage an den ertragsbestimmenden Lastspitzen darstellt. Das jeweilige Preisregime für elektrische Arbeit und Leistung ist somit grundlegend. Da heute in Österreich die Verrechnungsleistung aus der Mittelung der Lastspitzen der drei stärksten belasteten Monate des Jahres abgeleitet wird,

so kann jeweils der Anteil eines einzelnen Kraftwerkes an der Deckung dieser Lastspitzen bestimmt und so die wertbare Leistung des Jahres für das einzelne Kraftwerk festgestellt werden.

Dieser Leistungsanteil wäre dann die wertbare Leistung des Kraftwerkes. Sie ist von Jahr zu Jahr verschieden und kann ähnlich wie der Abfluß eines Gewässers als Regelwert aus einer mehrjährigen Reihe durch Mittelbildung gewonnen werden. In Jahren reichlichen Dargebots im Winter wird der Hundertsatz der Laufwerke und damit ihre wertbare Leistung höher sein als in Trockenjahren. Da der Einsatz der Laufwerke in der Grundlast stets ein volles Ausfahren verbürgt, wird ihre wertbare Leistung daher wohl nur mit dem Gang des Dargebotes variieren. Bei Speichern und kalorischen Spitzenwerken kann aber auch durch Änderungen der Bedarfskurve und durch Zuwachs neuer Anlagen die wertbare Leistung je nach der Einordnung in die Ordinate des Bedarfsdiagramms verändert werden.

Natürlich muß auch für die Trockenjahre, also für Jahre niedriger Wasserkraftleistung — zumindest bei Lauf- und Kurzspeicherwerken — Vorsorge getroffen werden. Dieser Überjahresausgleich kann im eigenen Wasserkraftregime wohl kaum wirtschaftlich erfolgen. Entweder tritt hier ein überregionaler Ausgleich, also ein Fremdstrombezug aus den Bereichen außerhalb der eigenen Betriebsgrenzen helfend ein, oder es kommt zum Einsatz von kalorischer Reserveleistung. Es wäre daher bei Lauf- und Kurzspeicherwerken unter Umständen die wertbare Leistung noch zu differenzieren in eine über alle Jahre durchgängige Mindestleistung (die im Trockenjahr gegeben ist) und in einen in den einzelnen Kalenderjahren in wechselnder Größe auftretenden unständigen Anteil. Sofern man den Wasserkraftanlagen eines größeren Gebietes auch im Trockenjahr einen gewissen Ausgleich insofern zubilligen darf, als das Q_{100} nicht für alle Gewässer gleichzeitig gegeben sein wird, könnte etwa das Q_{95} für das integrale Dargebot auch als Mindestwert, also als maßgebend für den jahresdurchgängigen Anteil, angesehen werden. Dann würde die dem Q_{95} entsprechende Leistung zur Trockenjahresleistung eines Dargebotsbereiches.

Demgegenüber soll die „gesicherte Leistung“ einen abstrakten Vergleich des Dargebotes verschiedener Wasserkrafttypen untereinander — ohne Eingehen auf den Bedarf des jeweiligen Verteilregimes — ermöglichen. Ein solches Unterfangen muß ohne Erfolg bleiben, denn das Erstellen von Wasserkraftanlagen ist wohl ein eminent technischer Vorgang, seine Begründung findet er aber nur in der wirtschaftlichen Aufgabe der Bereitstellung elektrischer Energie für den Verbrauch. Und diesem ist es vollkommen gleichgültig, ob die bezogene elektrische Energie aus Wasserkraft, aus Speicher- oder Laufwerken, oder aus Kohle, Erdgas, Heizöl und Atomenergie erzeugt wird. Entscheidend ist lediglich der Wunsch, daß die elektrische Energie jederzeit und in jeder gewünschten Höhe möglichst wohlfeil bezogen werden kann.

Das Errichten von Wasserkraftanlagen ist also nicht als technische Aufgabe an sich, sondern nur mit dem Blick auf den Bedarf sinnvoll. Solange nicht im Bedarfsdiagramm Platz für das Dargebot des in Aussicht genommenen Kraftwerkstypus ist, solange ist das optimalste Dargebot wertlos; es sei denn, es werden bestehende Erzeugungen eingeschränkt und so eben Platz

im Bedarfsdiagramm geschaffen. Damit erhöht sich wohl das Dargebot des Versorgungssystems; die Wirtschaftlichkeit der zurückfahrenden Anlage muß sich aber vermindern. So banal diese Feststellung klingt, so aktuell ist sie. Denn besonders bei Speicherwerken bringt die Summierung der gebräuchlichen Leistungsangaben einzelner Anlagen meist eine die zuzumessende Last übersteigende Zahl.

Wenn über die Einsatzmöglichkeit einzelner Kraftwerkstypen a priori nichts ausgesagt werden kann, ist auch ein Vergleich ihrer gesicherten Leistungen sinnlos. Denn dieser soll ja wohl vornehmlich dazu dienen, eine Rangfolge für die Auswahl der Anlagen zu liefern. Es erscheint daher nur eine Gegenüberstellung der „gesicherten Leistungen“ von Wasserkraftanlagen des gleichartigen Typus sinnvoll. Denn hier geht es dann nicht mehr darum, ob dieser Typus zum Ausbau gelangen soll, sondern nur um die Reihung einzelner gleichwertiger Anlagen.

Bei Laufwerken hat sich das Q_{95} als maßgebender Durchfluß mehr oder minder durchgesetzt. Wenn dieses Q_{95} aus gleichwertigen Jahresreihen abgeleitet wird, dann ist es sicher geeignet, auch einen Leistungsvergleich zu ermöglichen, also als Grundlage für die Ermittlung der „gesicherten Leistung“ zu dienen.

Bei Kurzspeicherwerken dürfte der Vorschlag einer Umlagerung des achtstündigen Nachtzuflusses auf ein achtstündiges Spitzenband oder ein sechzehnständiges Tagesdreieck, also einer Verdoppelung der gesicherten Leistung, gegenüber dem Betrieb des Laufwerkes kaum wesentliche Kritik finden. Eine selbstverständliche Voraussetzung ist hierbei, daß der Speicherraum ohne wesentliche Fallhöhenminderung die Kurzspeicherung des achtstündigen Q_{95} gestattet, also einen Inhalt von etwa $30\,000 \times Q_{95} \text{ m}^3$ besitzt.

Natürlich wäre auch eine andere Definition der gesicherten Leistung von Kurzspeicheranlagen möglich, indem das Spitzenband noch stärker zusammengedrängt wird oder dergleichen mehr. Solange der Vergleich der Anlagen des Typus Kurzspeicher untereinander erfolgt, ist dies ohne ausschlaggebende Bedeutung. Wesentlich wird dies erst, wenn die gesicherte Leistung des Kurzspeicherwerkes in Vergleich mit einer anderen Gruppe, also z. B. mit einem Laufwerk, gesetzt wird; denn dann würde ein Verkürzen des Spitzeneinsatzes die Leistung erhöhen und so den Kurzspeicher gegenüber dem Laufwerk begünstigen; somit würde dann schon in der Definition für die eine oder andere Kategorie optiert.

Eine ähnliche Überlegung gilt für Langspeicherwerke. Die Versuche mit Beckenfüllungen und Entleerungszahlen unter Benützung von Regelganglinien oder mit Extrapolationen aus Fahrplänen abgelauener individueller Jahre haben einen mehr oder minder spekulativen Beigeschmack. Ein klarer und einfacher Weg wäre hier, das Dargebot in einen Lauf- bzw. Kurzspeicheranteil und einen Langspeicheranteil aufzuspalten. Auch sollte sämtlichen Speicherinhalten die gleiche Aufbrauchs-(Entleerungs-)dauer von vorschlagsweise 1 000 Stunden zugeordnet werden. Denn erst dann kann der für den Lauf- und Kurzspeicheranteil maßgebende Zufluß ermittelt werden. Hierbei muß selbstverständlich vorausgesetzt werden, daß die Fallhöhenminderung infolge der Speichernutzung gegenüber der Nennfallhöhe gering bleibt. Da tausend Betriebsstunden im Winter unter Einrechnung der leerlaufenden Tage und des Nachtentfalles der Spitze wohl nahezu dop-

pelt soviele Kalenderstunden ergeben, dürften sich für den Lauf- bzw. Kurzspeicheranteil etwa Q_{80} bis Q_{90} , im Mittel also vielleicht Q_{85} , als Grundlage anbieten.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll bemerkt werden, daß es aus den natürlichen Gegebenheiten und dem Gang des Bedarfes im Gipfelbereich sich nicht empfehlen dürfte, alle Langspeicher mit gleicher Entleerungsdauer auszulegen. Für die Ermittlung der „gesicherten Leistung“ sollte jedoch eine für alle Langspeicher in gleicher Weise maßgebende Definition Geltung haben, da sonst die höhere Leistungswertung dem Projektanten einen Anreiz auf höhere Leistungsausstattung gibt, wenn auch tatsächlich dann im Betrieb die Leistung dieser Anlage mangels Bedarfs in der Lastspitze nicht voll gewertet werden kann.

Als Vorschlag schält sich somit heraus: „Wertbar“ ist jene Leistung, die in der Ertragszuweisung auf jede einzelne Anlage entfällt. Sie bestimmt im Verein mit dem Dargebot den Ertrag und entscheidet damit über die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Die wertbare Leistung ist also jederzeit im ganzen Verbundregime vergleichbar und vom Kraftwerkstypus unabhängig.

Ein Vergleich der „gesicherten“ Leistung verschiedener Kraftwerkstypen wäre dagegen nur dann sinnvoll, wenn diese Leistung voll ertragbringend verwertet werden kann; das heißt aber, daß die gesicherte Leistung stets in voller Höhe im Bedarfsdiagramm ohne Schmälerung anderer Anlagen in den maßgebenden Lastordinaten eingeordnet werden müßte. Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, dann ist wohl nur ein Vergleich der gesicherten Leistung von Anlagen innerhalb bestimmter Kraftwerkstypen, also in grober Dreiteilung von Laufwerken, Kurzzeit- und Langzeitspeichern möglich.

Aus dem Versorgungsgebiet der Steweag soll nun beispielsweise die wertbare und gesicherte Leistung der Wasserkraftwerke bestimmt werden. In den vier Wintern 1956/57, 1957/58, 1958/59 und 1959/60 können den einzelnen Wasserkraftanlagen folgende wertbare Anteile an den für die Verrechnung maßgebenden Lastspitzen zugewiesen werden:

| | Winter 1956/57 Wertbare Leistungen in MW | | | |
|--------------|--|--------|-------|---------|
| | Kalendertag | | | |
| | 25. 10. | 19. 1. | 1. 2. | Mittel: |
| Arnstein | 23,0 | 23,2 | 30,0 | 25,4 |
| Salza | 0,8 | 6,0 | 6,0 | 4,3 |
| Dionysen | 7,5 | 4,1 | 5,0 | 5,5 |
| Pernegg | 6,1 | 5,0 | 6,1 | 5,7 |
| Laufnitzdorf | 8,0 | 5,9 | 8,0 | 7,3 |
| Hieflau | 29,0 | 27,5 | 27,5 | 28,0 |

| | Winter 1957/58 | | | |
|--------------|----------------|--------|-------|---------|
| | Kalendertag | | | |
| | 17. 12. | 28. 1. | 6. 2. | Mittel: |
| Arnstein | 8,0 | 31,0 | 23,1 | 20,7 |
| Salza | — | 5,5 | 5,8 | 3,8 |
| Dionysen | 5,8 | 2,9 | 4,3 | 4,3 |
| Pernegg | 7,0 | 4,1 | 5,3 | 5,5 |
| Laufnitzdorf | 8,5 | 4,1 | 6,5 | 6,4 |
| Hieflau | 29,0 | 18,9 | 16,0 | 21,3 |

| | Winter 1958/59 | | | |
|--------------|----------------|--------|--------|---------|
| | Kalendertag | | | |
| | 6. 12. | 14. 2. | 20. 3. | Mittel: |
| Arnstein | 31,0 | 30,8 | 16,1 | 26,0 |
| Salza | 7,0 | — | 5,5 | 4,2 |
| Dionysen | 8,2 | 5,0 | 5,8 | 6,3 |
| Pernegg | 12,4 | 6,8 | 8,3 | 9,2 |
| Laufnitzdorf | 13,5 | 6,7 | 9,3 | 9,8 |
| Hieflau | 40,0 | 22,0 | 37,0 | 33,0 |

| | Winter 1959/60 | | | |
|--------------|----------------|--------|-------|---------|
| | Kalendertag | | | |
| | 9. 12. | 18. 1. | 4. 2. | Mittel: |
| Arnstein | 28,5 | 24,7 | 25,6 | 26,3 |
| Salza | 6,2 | 7,1 | 7,2 | 6,8 |
| Dionysen | 5,6 | 4,0 | 5,2 | 4,9 |
| Pernegg | 6,8 | 5,6 | 6,8 | 6,4 |
| Laufnitzdorf | 7,8 | 6,1 | 7,7 | 7,2 |
| Hieflau | 21,3 | 21,6 | 21,6 | 21,5 |

Aus den vier Wintern 1956/57 bis 1959/60 folgt dann als Mittel:

| | 1956/57 | 1957/58 | 1958/59 | 1959/60 | Mittel: |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | MW | MW | MW | MW | MW |
| Arnstein | 25,4 | 20,7 | 26,0 | 26,3 | 24,6 |
| Salza | 4,3 | 3,8 | 4,2 | 6,8 | 4,8 |
| Dionysen | 5,5 | 4,3 | 6,3 | 4,9 | 5,2 |
| Pernegg | 5,7 | 5,5 | 9,2 | 6,4 | 6,7 |
| Laufnitzdorf | 7,3 | 6,4 | 9,8 | 7,2 | 7,7 |
| Hieflau | 28,0 | 21,3 | 33,0 | 21,5 | 27,0 |

Für die Langspeicheranlagen würde sich vorschlagsgemäß als gesicherte Leistung ergeben:

| Langspeicherleistung | | Kurzspeicherleistung | | Gesicherte Leistung |
|----------------------|------------------|-------------------------------------|-----|---------------------|
| Speicherinhalt: | MW | Q ₈₅ (m ³ /s) | MW | |
| (1 000 Std) | | | | |
| Arnstein | 6 GWh 1 000 h | 6 | 1,5 | 12 |
| Salza | 2 GWh 1 000 h | 2 | 1,0 | 4 |

Als Übersicht folgt daraus:

(Hydrologische Jahresreihe 1956—1959)

| Anlage | Nenn-(Ausbau-)leistung in MW | Wertbare Leistung in MW | Gesicherte Leistung in MW | Geringste Leistung in d. Jahresreihe in MW | |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|--|------------|
| <i>Langspeicherwerke</i> | | | | | |
| Arnstein | 30 | 24,6 | 12 | 8,0 | 17. 12. 57 |
| Salza | 7 | 4,8 | 4 | Ø | 17. 12. 57 |
| <i>Laufwerke</i> | | | | | |
| Dionysen | 11 | 5,2 | 2 | 2,9 | 28. 1. 58 |
| Pernegg | 18 | 6,7 | 4 | 4,1 | 28. 1. 58 |
| Laufnitzdorf | 16 | 7,7 | 4 | 4,1 | 28. 1. 58 |
| Hieflau | 40 | 27,0 | 17 | 16,0 | 6. 2. 58 |
| (34 bei Kurzspeicherg.) | | | | | |

(Die „gesicherten Leistungen“ der Laufwerke sind einem Aufsatz in der ÖZE, 10. Jg., Heft 11, entnommen.)

Es zeigt sich, daß die wertbare Leistung der Laufwerke stets über der gesicherten Leistung liegt. Dies folgt aus der Bestimmung der Verrechnungsleistung als Mittel der Lastspitzen dreier einzelner Monate. Denn es ist wohl nur in Ausnahmefällen zu erwarten, daß das Q_{95} in 3 Monaten eines Jahres gleichzeitig auftritt oder unterschritten wird. Sicher kann dies aber für eine Reihe von Jahren verneint werden. Da überdies in der Grundlast die Wasserkraft voll ausgefahren wird — denn der Betriebsstoff kostet nichts —, wird die wertbare Leistung von Laufwerken in der Regel die gesicherte Leistung übersteigen.

Anders liegt der Fall beim *Langspeicherwerk*. Denn hier wird die Lastverteilung den Speicher schonend aufbrauchen, um stets mit vollem Leistungseinsatz disponieren zu können. So wird in der ersten Monatslastspitze meist noch nicht die volle Leistung ausgefahren werden. Es zeigt sich daher auch im Stewag-Netz, daß trotz des niedrigeren Ausbaues der Salza (St. Martin) gegenüber Arnstein (300 Stunden gegen 200 Stunden, auf den vollen Speicherinhalt bezogen) für diese Anlage gerade noch die gesicherte Leistung gewertet werden kann. Arnstein kann als Führungswerk mit Hilfe der Fernspeicher Pack und Hierzman vier Fünftel der Ausbauleistung und das Doppelte der gesicherten Leistung hereinbringen. Für ein zweites Werk gleicher Auslegung würde aber im Stewag-Netz derzeit nur mehr im Trapezlastbereich Bedarf bestehen, ein Umstand, der es begreiflich macht, daß die Mittelstufe

der Teigitschwerke trotz der bereits gegebenen Wasserrfassung und des vorhandenen Langzeitspeichers Hierzman bisher nicht realisiert wurde und wohl auch in nächster Zeit nicht ausgebaut wird.

Dagegen können einer Kurzspeicherung der steirischen Ennsstufen ab Hieflau verhältnismäßig günstige Leistungserträge zugebilligt werden. Denn hier scheinen im Trapezlastbereich des steirischen Bedarfs und durch die Hilfeleistung des Dampfkraftwerkes Pernegg Einsatzmöglichkeiten für die volle gesicherte Leistung und darüber hinaus wertbar auf.

Es wäre vielleicht nicht uninteressant, das auf den Stewag-Bereich begrenzte Beispiel zu einem Überblick auf ganz Österreich zu erweitern. Denn das Wasserkraftlaufwerk wird heute und auf lange Sicht seinen Platz im Grundlastbereich mit bester Wirtschaftlichkeit finden. Auch der Kurzzeitspeicher wird dank seiner einer raschen Laständerung unmittelbar folgenden Wasserkraftmaschine seinen Rang gegenüber der Wärme-kraft behaupten. Dagegen bedarf es für den Langspeicher einer sorgfältigen Prüfung, ob und zu welchem Zeitpunkt das Bedarfsdiagramm Platz für seinen Einsatz gibt.

Denn die „gesicherte Leistung“ liefert dem Energiewirtschaftler nur eine Reihung aus dem Blickwinkel des Dargebotes. Erst der Bedarf entscheidet über die Wertung und damit darüber, ob dem Gedanken auch die Tat folgen darf.

Beeinflussung der Stromversorgung durch Änderung der Arbeitszeit (45-Stunden-Woche, 5-Tage-Woche)

Von L. BAUER, Wien

Mit 8 Textabbildungen

DK 620.93.001

1. Entsprechende Maßnahmen für den wirtschaftlichen Einsatz der Kraftwerke und Übertragungseinrichtungen zur sicheren Deckung des Bedarfes an elektrischer Energie zu treffen, ist nur auf Grund ständiger Beobachtung der Schwankungen im Verbrauch, und laufender, vergleichender Untersuchungen zur Ermittlung von Entwicklungstendenzen möglich. Bedarfsvariationen sind kurzfristiger und langfristiger Art; erstere ergeben sich zum größten Teil aus dem täglichen Rhythmus des menschlichen Lebens, letztere sind hauptsächlich von gesamtwirtschaftlichen, strukturellen und klimatischen Faktoren beeinflusst.

2. Die im Laufe der letzten Jahre durchgeführte Verkürzung der Arbeitszeit auf 45 Stunden je Woche, und insbesondere die Einführung der 5-Tage-Woche, wirkten sich in der Elektrizitätsversorgung wesentlich aus. Der Nachweis hiefür ergibt sich aus Untersuchungen, die sich auf viele Jahre umfassende statistische Unterlagen stützen; es sind dies vor allem der „arbeitstägliche Verbrauch“ und das „Jahresmittel des Verbrauches an den einzelnen Wochentagen (Tagestypen)“. Die beiden Parameter werden für die öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg, sowie ohne den Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Pumpstromaufwand ermittelt; durch das Ausscheiden des Verbrauches von Ranshofen und für das Pumpen ist eine bessere Vergleichsmöglichkeit gegeben.

3. Die Gegenüberstellung des Stromverbrauches in einzelnen Zeitabschnitten (Woche, Monat) wird unter anderem auch durch die unterschiedliche Zahl von Samstagen, Sonn- und Feiertagen in den zu vergleichenden Perioden erschwert, weshalb in solchen Fällen mit Hilfe der Umrechnung der Samstags- und Sonn- und Feiertage in gleichwertige Arbeitstage die gleiche Ausgangsbasis hergestellt wird. Die Werte für den Jahresdurchschnittswert des arbeitstäglichen Verbrauches sind in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1. Öffentliche Versorgung Österreichs ohne Vorarlberg

| Jahr | Jahresdurchschnitt | | |
|------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| | Arbeitstäglicher Verbrauch | Anteil am arbeitstäglichen Verbrauch | |
| | | Samstag | Sonn- und Feiertag |
| | in GWh | in % | |
| 1953 | 13,9 | 90,1 | 65,5 |
| 1954 | 15,7 | 91,8 | 67,0 |
| 1955 | 17,5 | 91,9 | 67,4 |
| 1956 | 19,1 | 92,0 | 68,2 |
| 1957 | 20,8 | 91,5 | 67,9 |
| 1958 | 21,8 | 91,1 | 67,0 |
| 1959 | 23,3 | 88,7 | 66,0 |

Die Entwicklung der Monatsdurchschnittswerte des arbeitstäglichen Verbrauches seit 1948 ist aus Abb. 1

zu entnehmen; deutlich zeichnen sich darin insbesondere die Auswirkungen kalter und trockener Winterperioden ab.

4. Für den Zeitraum von 1955 bis 1959 ist in Abb. 2 und in Abb. 3 das Jahresmittel des Verbrauches an den einzelnen Tagen der Woche in GWh und in Abb. 4 derselbe Wert in % des jeweiligen Jahresmittels vom Don-

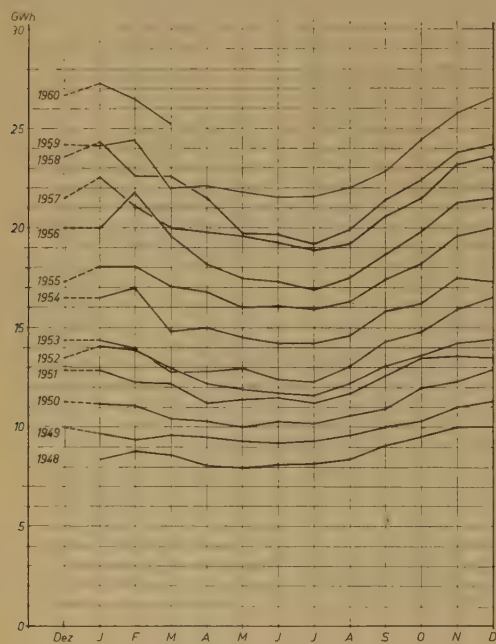


Abb. 1. Arbeitstägl. Stromverbrauch in GWh, Monatsmittelwerte, Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

nerstag-Verbrauch dargestellt. Der Donnerstag-Verbrauch liegt nur ganz knapp über jenem des Mittwochs; wie bekannt, wird für alle internationalen Statistiken jeweils der Mittwoch-Konsum herangezogen. Dienstag und Freitag unterscheiden sich hinsichtlich des Verbrauches von elektrischer Energie nur wenig vom Donnerstag und Mittwoch, während der Montag schon stärker abweicht. Selbstverständlich liegt der Stromverbrauch an Samstagen und insbesondere an Sonntagen weit unter jenem der Werktagen. Feiertage nach Sonntagen (z. B. Ostermontag, Pfingstmontag) weisen den

geringsten Elektrizitätsverbrauch auf. Tabelle 2 gibt ergänzend zu den graphischen Darstellungen Aufschluß über die entsprechenden Zahlenwerte.

5. In Österreich wurde zwar erst am 1. Februar 1959 die 45-Stunden-Woche gesetzlich eingeführt, doch war bereits seit 1945 laufend ein Großteil der Betriebe auf kürzere Arbeitszeit und auf die 5-Tage-Woche

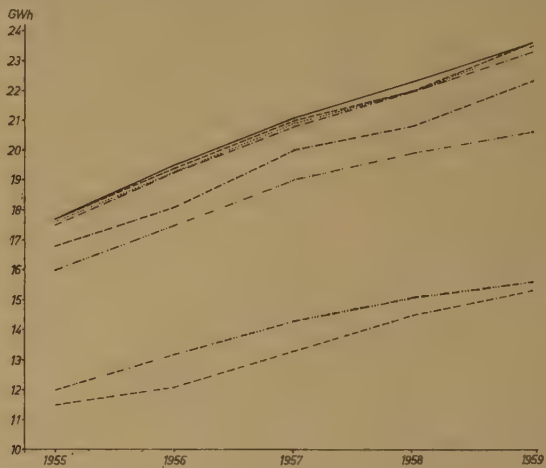


Abb. 2. Jahresmittel des Verbrauches an den einzelnen Tagen der Woche (1955 bis 1959) in GWh. Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

| | | | |
|-------|------------|-------|----------|
| ----- | Montag | ----- | Freitag |
| | Dienstag | | Samstag |
| ----- | Mittwoch | ----- | Sonntag |
| ----- | Donnerstag | ----- | Feiertag |

übergegangen. Wie aus den Abb. 5 und 6 ersichtlich, zeigt sich auf Grund der bis zum Jahre 1955 zurückreichenden Untersuchung ein ständiger Rückgang des Samstagverbrauches im Verhältnis zu jenem an den anderen Werktagen. (Die Erstellung dieser beiden Graphika erfolgte in Übereinstimmung mit einer eingehenden Studie der UCPTE-Arbeitsgruppe für Betriebsfragen, die im Bulletin I-1960 veröffentlicht wurde.) Theoretisch kann bei Arbeitszeitverkürzung eine gleichbleibende Produktion nur durch eine Erhöhung der Produktivität erreicht werden; es war also anzunehmen, daß die Höchstlast an den Werktagen zunimmt; andererseits muß sich auch der Übergang von der

Tabelle 2. Jahresmittel des Tagesverbrauches der öffentlichen Versorgung ohne Voralberg, ohne Verbrauch von Ranshofen und ohne Pumpaufwand

| Tag | 1955 | | 1956 | | 1957 | | 1958 | | 1959 | |
|-----------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|
| | GWh | % des Donners-tages | GWh | % des Donners-tages | GWh | % des Donners-tages | GWh | % des Donners-tages | GWh | % des Donners-tages |
| Montag | 16,8 | 94,9 | 18,1 | 92,8 | 20,0 | 94,8 | 20,8 | 93,3 | 22,3 | 94,5 |
| Dienstag | 17,6 | 99,4 | 19,3 | 99,0 | 20,9 | 99,0 | 22,0 | 98,6 | 23,5 | 99,6 |
| Mittwoch | 17,7 | 100,0 | 19,4 | 99,5 | 21,0 | 99,5 | 22,0 | 98,6 | 23,6 | 100,0 |
| Donnerstag | 17,7 | 100,0 | 19,5 | 100,0 | 21,1 | 100,0 | 22,3 | 100,0 | 23,6 | 100,0 |
| Freitag | 17,5 | 98,9 | 19,3 | 99,0 | 20,8 | 98,6 | 22,0 | 98,6 | 23,3 | 98,7 |
| Samstag | 16,0 | 90,4 | 17,5 | 89,7 | 19,0 | 90,0 | 19,9 | 89,2 | 20,6 | 87,3 |
| Sonntag | 12,0 | 67,8 | 13,2 | 67,7 | 14,3 | 67,8 | 15,1 | 67,7 | 15,6 | 66,1 |
| Feiertag | 11,5 | 65,0 | 12,1 | 62,0 | 13,3 | 63,0 | 14,5 | 65,0 | 15,3 | 64,8 |

6-Tage- auf die 5-Tage-Woche in einer Steigerung des Stromkonsums an den 5 Werktagen und in einer Verringerung des Samstagverbrauches auswirken. Es wurde daher zunächst der Stromverbrauch am Samstag (S) für jede Woche ins Verhältnis gesetzt zum Stromverbrauch am Mittwoch (M); die vierteljährlich zusammengefaßten Werte sind in Abb. 5 dargestellt, und es ergibt sich, daß die Relation S/M in Österreich, bezogen auf das Jahr 1955, um rund 4% im Jahre 1959 zurückgegangen ist. In Belgien und in der Bundesrepublik Deutschland ist im Zeitraum 1955 bis 1958 ein merklich stärkerer Rückgang dieses Wertes zu verzeichnen gewesen:

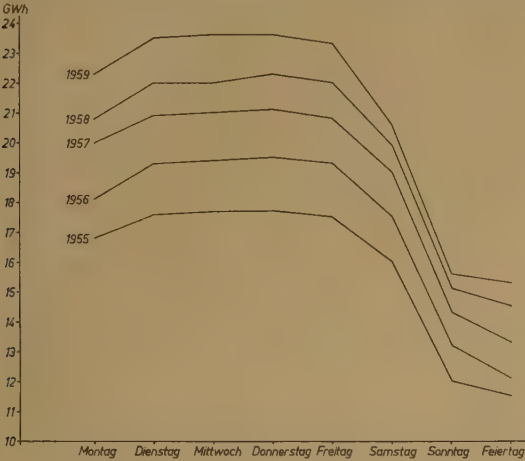


Abb. 3. Jahresmittel des Verbrauches an den einzelnen Tagen der Woche (Tagestypen) für den Zeitraum von 1955 bis 1959, in GWh. Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

rund 8%. (In Belgien hatten die Verhandlungen über die 5-Tage-Woche im November 1955 für die metallurgische Industrie begonnen; ähnlich wie in Österreich, war die Einführung der neuen Arbeitszeiteinteilung dadurch sehr erleichtert worden, daß 1957 mehr als 90% der Arbeiter nur mehr 45 Stunden arbeiteten. In der Bundesrepublik Deutschland erfolgte der Übergang auf die 45-Stunden-Woche und auf die 5-Tage-Woche laufend ab Ende 1956). Im Sinne der früher beschriebenen

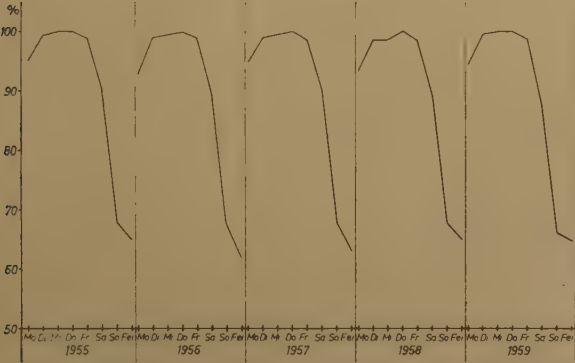


Abb. 4. Jahresmittel des Verbrauches an den einzelnen Tagen der Woche (Tagestypen) für den Zeitraum von 1955 bis 1959 in % des Donnerstag-Jahresmittels. Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

Überlegungen wurde noch ein zweiter Entwicklungstrend errechnet (Abb. 6); das Verhältnis des Stromverbrauches am Samstag (S) ist zu dem mittleren Verbrauch Montag bis Freitag (D) von 1955 bis 1959, bezogen auf 1959, ebenfalls um rund 4% zurückgegangen. (In der Bundesrepublik Deutschland betrug der Rückgang dieses Verhältniswertes in den Jahren 1956 und 1957 etwa 5%, doch war er in der Schweiz rund 10%.)

6. Zuletzt wurde noch untersucht, in welchem Maße sich die Belastung ändert; hiezu wurde die mittlere Belastung für jeden Mittwoch von 8—16 Uhr ermittelt,

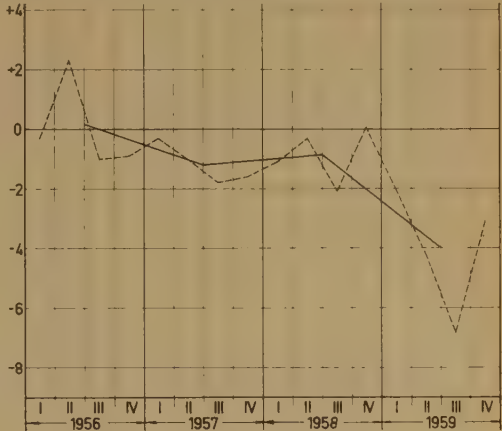


Abb. 5. Verhältnis S/M (Mittelwerte für die Vierteljahre und Jahresmittel) 1956 bis 1959 gegenüber 1955. (Änderung in %)

S = Stromverbrauch am Samstag
M = Stromverbrauch am Mittwoch
Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

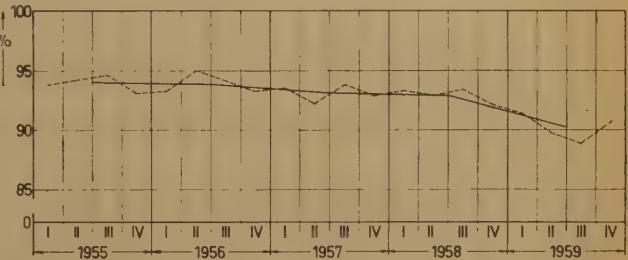


Abb. 6. Verhältnis S/D (Mittelwerte für die Vierteljahre und Jahresmittel) 1956 bis 1959 in %

S = Stromverbrauch am Samstag
D = Mittelwert des Stromverbrauches Montag bis Freitag
Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

daraus der Jahresmittelwert (M) bestimmt und dieser zur mittleren Jahresbelastung A ($A = \text{Jahresverbrauch durch } 8\,760$) ins Verhältnis gesetzt.

Aus der Abb. 7 ist zu ersehen, daß dieser Verhältniswert, wenngleich im letzten Jahr ein leichter Anstieg festgestellt werden kann, in Österreich, wahrscheinlich wegen der langen Übergangszeit, vorläufig etwa gleich geblieben ist; Belgien, die Bundesrepublik Deutschland und die Schweiz weisen dagegen eine zum Teil (bis 10%) starke Steigerung auf.

7. Im Zusammenhang mit den beschriebenen Untersuchungen soll noch auf zwei Studien hingewiesen werden, deren Ergebnisse in der Abb. 8 und in Tabelle 3 aufgezeigt werden und die den Erfolg der Tarifmaß-

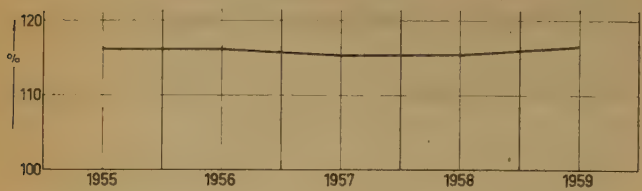


Abb. 7. Verhältnis M/A (Mittwochbelastung zur Jahresbelastung)

M = Jahresmittelwert aus der Belastung 8—16 Uhr für alle Mittwoche
A = Jahresstromverbrauch : 8 760 h

Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg. Ohne Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen und ohne Aufwand für Pumpspeicherung

nahmen der österreichischen EVU beweisen. Das Verhältnis N/T der öffentlichen Stromversorgung in Österreich ist ungefähr gleich günstig wie jenes in der Schweiz und wesentlich höher als das der anderen euro-

Tabelle 3a. Jahressummen des Stromverbrauches an den einzelnen Tagen der Woche (Tagestypen) in % des Jahresverbrauches, öffentliche Versorgung, ohne Vorarlberg; 1951 bis 1959. Mit Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen, ohne Pumpstromaufwand

| | Wochentage | | | | | | | |
|------------------|------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | 6—22 Uhr | | | | 22—6 Uhr | | | |
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 27,80 | 27,59 | 27,47 | 27,52 | 8,66 | 10,35 | 10,53 | 10,86 |
| Übergangszeit .. | 8,97 | 8,92 | 8,90 | 9,05 | 2,85 | 3,31 | 3,36 | 3,47 |
| Sommer | 18,81 | 16,93 | 16,84 | 16,86 | 6,25 | 6,41 | 6,47 | 6,34 |
| Jahr | 55,58 | 53,44 | 53,21 | 53,43 | 17,76 | 20,07 | 20,36 | 20,67 |

| | Samstage | | | | | | | |
|------------------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | 6—22 Uhr | | | | 22—6 Uhr | | | |
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 4,86 | 5,10 | 5,07 | 4,75 | 1,79 | 1,90 | 1,93 | 1,90 |
| Übergangszeit .. | 1,75 | 1,69 | 1,49 | 1,41 | 0,65 | 0,62 | 0,56 | 0,54 |
| Sommer | 3,41 | 3,10 | 3,26 | 2,96 | 1,30 | 1,15 | 1,23 | 1,11 |
| Jahr | 10,02 | 9,89 | 9,82 | 9,12 | 3,74 | 3,67 | 3,72 | 3,55 |

| | Sonn- und Feiertage | | | | | | | |
|------------------|---------------------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | 6—22 Uhr | | | | 22—6 Uhr | | | |
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 4,23 | 4,40 | 4,26 | 4,63 | 1,84 | 2,20 | 2,16 | 2,39 |
| Übergangszeit .. | 1,44 | 1,26 | 1,37 | 1,08 | 0,62 | 0,61 | 0,67 | 0,54 |
| Sommer | 3,31 | 3,02 | 2,99 | 3,11 | 1,46 | 1,44 | 1,44 | 1,48 |
| Jahr | 8,98 | 8,68 | 8,62 | 8,82 | 3,92 | 4,25 | 4,27 | 4,41 |

| | Summe | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-----------------|--------|--------|--------|
| | 6—22 Uhr | | | | 22—6 Uhr | | | | Summe 22—22 Uhr | | | |
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 36,89 | 37,09 | 36,80 | 36,90 | 12,29 | 14,45 | 14,62 | 15,15 | 49,18 | 51,54 | 51,42 | 52,05 |
| Übergangszeit .. | 12,16 | 11,87 | 11,76 | 11,54 | 4,12 | 4,54 | 4,59 | 4,55 | 16,28 | 16,41 | 16,35 | 16,09 |
| Sommer | 25,53 | 23,05 | 23,09 | 22,93 | 9,01 | 9,00 | 9,14 | 8,93 | 34,54 | 32,05 | 32,23 | 31,86 |
| Jahr | 74,58 | 72,01 | 71,65 | 71,37 | 25,42 | 27,99 | 28,35 | 28,63 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Tabelle 3b. Verhältnis der Jahressummen des Stromverbrauches während der Zeit von 6—22 Uhr zu jenen in der Zeit von 22—6 Uhr, öffentliche Versorgung, ohne Vorarlberg; 1951 bis 1959. Mit Verbrauch der Aluminiumwerke Ranshofen, ohne Pumpstromaufwand

| | Wochentage | | | |
|------------------|------------|-------|-------|-------|
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 3,210 | 2,666 | 2,609 | 2,534 |
| Übergangszeit .. | 3,147 | 2,695 | 2,649 | 2,608 |
| Sommer | 3,009 | 2,641 | 2,603 | 2,659 |
| Jahr | 3,129 | 2,662 | 2,613 | 2,585 |

| | Samstage | | | |
|------------------|----------|-------|-------|-------|
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 2,715 | 2,684 | 2,627 | 2,500 |
| Übergangszeit .. | 2,692 | 2,726 | 2,661 | 2,611 |
| Sommer | 2,623 | 2,700 | 2,650 | 2,667 |
| Jahr | 2,679 | 2,695 | 2,640 | 2,569 |

| | Sonn- und Feiertage | | | |
|------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 2,299 | 2,000 | 1,972 | 1,937 |
| Übergangszeit .. | 2,323 | 2,066 | 2,045 | 2,000 |
| Sommer | 2,267 | 2,097 | 2,076 | 2,100 |
| Jahr | 2,291 | 2,042 | 2,014 | 2,000 |

| | Summe | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1951 | 1955 | 1957 | 1959 |
| Winter | 3,002 | 2,568 | 2,517 | 2,436 |
| Übergangszeit .. | 2,951 | 2,614 | 2,562 | 2,536 |
| Sommer | 2,833 | 2,561 | 2,526 | 2,568 |
| Jahr | 2,934 | 2,573 | 2,527 | 2,493 |

päischen Länder. Die Tabelle 3 unterstreicht die früher gefundenen Resultate hinsichtlich des Rückganges des Samstagverbrauches, insbesondere in der Sommer- und Übergangszeit.

8. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der Übergang auf die 45-Stunden-Woche, und vor allem auf die 5-Tage-Woche, der Elektrizitätswirtschaft zusätzliche wirtschaftliche Belastungen gebracht hat. Durch das nachgewiesen bedeutende Absinken des Wochenendverbrauches und infolge des sich allmählich auswirkenden verhältnismäßig stärkeren Anstieges der wöchentlichen Belastungsspitze ergaben sich ein Rückgang der Jahresausnutzungsdauer und zusätzliche Erschwernisse beim wirtschaftlichen Einsatz der Kraftwerke; bei den Laufkraftwerken im Sommer größere nicht verwertbare, oder nur unter ungünstigen Bedingungen absetzbare Energiemengen; der Betrieb der für die Wochentagbelastung vorgesehenen Dampfkraft-

werke muß öfter unterbrochen bzw. mit in wirtschaftlicher Hinsicht schlechter Teillast gefahren werden.

Nachdem die Entwicklung hinsichtlich der Verkürzung bzw. Änderung der Arbeitszeit noch nicht abge-

schlossen ist, muß die Elektrizitätswirtschaft ständig den Trend der Verbrauchsänderung, u. zw. Arbeit und Leistung, beobachten und gegebenenfalls den Ausgleich für ihren zusätzlichen Aufwand in Rechnung stellen.

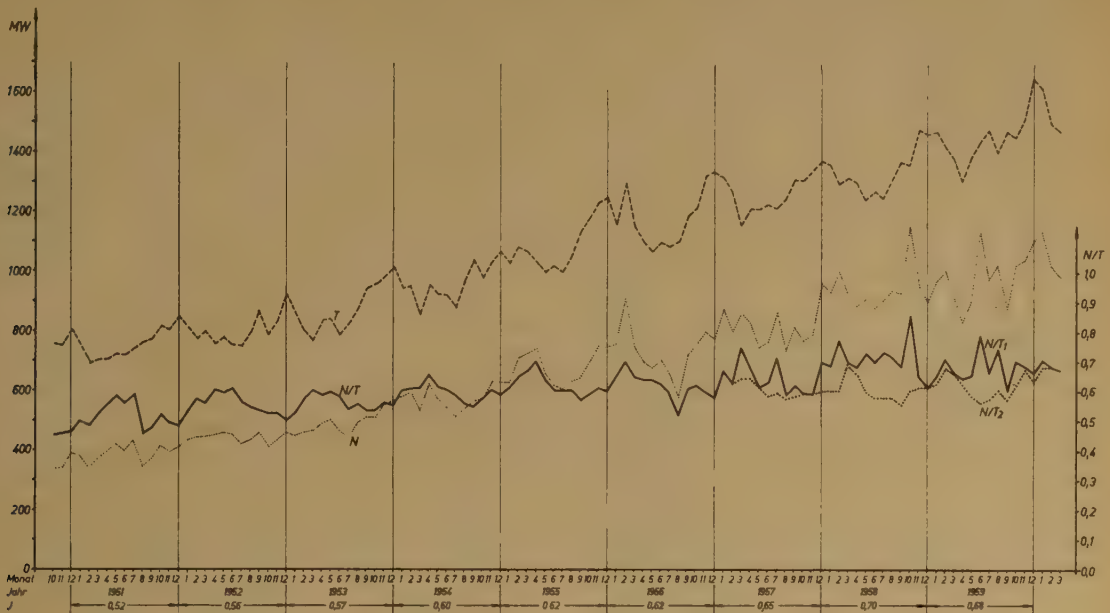


Abb. 8. Lastverhältnis N/T für jeden dritten Mittwoch. Öffentliche Versorgung Österreichs, ohne Vorarlberg

N = kleinste Belastung in der Zeit von 22–6 Uhr
 T = größte Belastung in der Zeit von 6–22 Uhr
 $N_1 = N/T$ mit Pumpaufwand

$N_2 = N/T$ ohne Pumpaufwand
 J = Jahresdurchschnitt für N/T

Mitteilungen aus aller Welt

Die Elektrizitätsversorgung in der Deutschen Bundesrepublik im Jahre 1959

Mit 2 Textabbildungen

Dem Statistischen Bericht des Referates Elektrizitätswirtschaft im Bundesministerium für Wirtschaft, auszugsweise wiedergegeben in der „Elektrizitätswirtschaft“ vom 20. Juli 1960 und ergänzt mit statistischen Unterlagen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, der Landesbehörden, des Statistischen Bundesamtes, der Deutschen Bundesbahn sowie der Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. ist zu entnehmen: Das Jahr 1959 brachte eine lebhaftere Wirtschaftsentwicklung, die sich dadurch äußerte, daß das Bruttosozialprodukt um 5,7%, der gesamte Stromverbrauch um 8,3% und die Industrieproduktion um 7,8% anstiegen. Die Gesamtstromerzeugung im Bundesgebiet (öffentliche Kraftwerke, Industrie und Bundesbahn) stieg von 95 271 (1958) auf 103 213 GWh. An dieser Erzeugung waren die öffentlichen Kraftwerke mit 60,7%, die industriellen Eigenanlagen mit 38% und die Bundesbahn mit 1,3% beteiligt. Zu 89,3% erfolgte die Gewinnung der elektrischen Energie durch Wärme. 56,4% der nachgewiesenen Energie wurde in Nordrhein-Westfalen, 12,6% in Bayern und 10% in Baden-Württemberg gewonnen. An dem Gesamtverbrauch ohne Kraftwerkeigenverbrauch von 98 267 GWh ist die Industrie mit 66,6%, der Haushalt mit 10,6%, die Verluste und Nichterfaßtes mit 7% und der Verkehr mit 3,5% beteiligt.

Installiert waren in allen Werken der Bundesrepublik (Elektrizitätsversorgung, Industrie und Bahn) rd. 25 GW. (Zuwachs netto rd. 2,3 GW), hiervon nur rd. 3,25 GW in Wasserkraftwerken.

Die Bilanz der Elektrizitätsversorgung der Bundesrepu-

blik wird für die folgende Gesamtbeschaffung erstellt: Bruttoerzeugung wie nachgewiesen 103 213 GWh, Import 4 520 GWh, Bezug vom Saarland 385 GWh und Bezug von der Sowjetischen Besatzungszone 4 GWh, in Summe somit 108 122 GWh.

Aus Gründen des statistischen Vergleichs mußte von einer Einbeziehung der Elektrizitätsstatistik des Saarlandes noch abgesehen werden. Die Engpaßleistung Ende 1959 im Saarland betrug 536,7 MW, die gesamte Aufbringung 3 173 GWh, hiervon erzeugt 2 993 GWh, Rest bezogen aus dem übrigen Bundesgebiet bzw. aus Frankreich.

Bei gesonderter Betrachtung der Energieerzeugungs- und -verbrauchswerte nach Industrie, öffentlichen Unternehmen und Bahn sei bezüglich der Industrie auf den Anstieg des kWh-Verbrauches je Beschäftigten der Industrie von 8 295 (1958) auf 8 960 kWh hingewiesen. Die 8%ige Steigerung ist wohl bemerkenswert, der absolute Wert ist jedoch bei Vergleich mit dem gleichen Verbrauch in den USA niedrig: Er liegt dort um etwa 150% höher. Erstmalig wurde die Zahl der Beschäftigten (im Jahresmittel 7,3 Millionen) nachgewiesen. Der größte spezifische Verbrauch ist in der Mineralölverarbeitung und Kohlenwertstoffindustrie (71 870 kWh), dann in der NE-Metallindustrie (54 700 kWh) und in der chemischen Industrie (42 235 kWh) zu verzeichnen.

Die Industrieanlagen erzeugten 39 164 GWh (im Vorjahr 36 676 GWh). Nach Abzug der an das öffentliche Netz abgegebenen Energie verfügte die Industrie aus Eigenanlagen über 27 068 GWh (im Vorjahr 26 147 GWh).

Außerdem bezog die Industrie aus dem öffentlichen

Netz 40 844 GWh und verbrauchte somit 67 912 GWh (+ 8,4%), hievon 30,4% die Chemie- und Mineralölindustrie, 13,7% der Kohlenbergbau, 13,5% die eischaffende Industrie und 11,9% die Eisen- und Metallverarbeitende Industrie.

Die Abb. 1 zeigt die Verbrauchsentwicklung einiger Industriegruppen in den Jahren 1950 bis 1959.

Von den nachgewiesenen 39 164 GWh wurden 28 979 GWh im Bundesland Nordrhein-Westfalen erzeugt.

Bezüglich der Öffentlichen Elektrizitätsversorgung ist dem Statistischen Bericht zu entnehmen: Am Ende der Berichtsperiode betrug die installierte Leistung 15 775 MW,

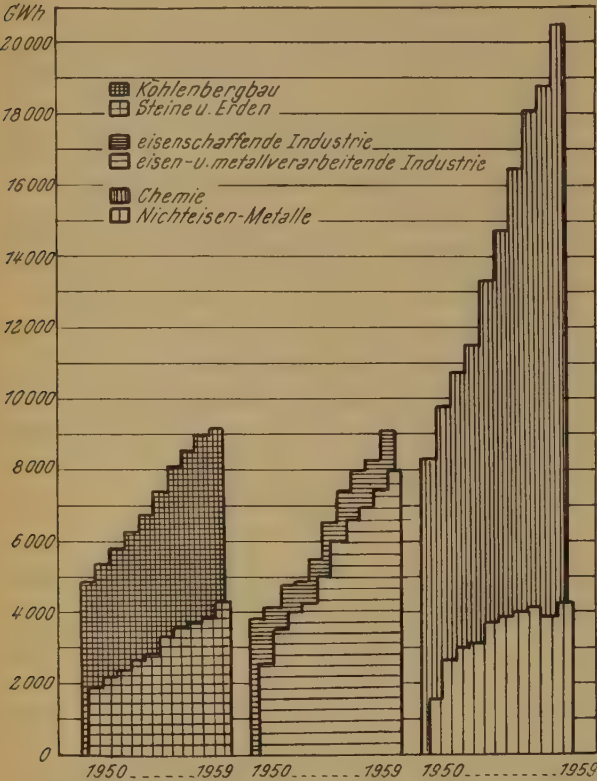


Abb. 1. Verbrauchsentwicklung einiger Industriegruppen in den Jahren 1950 bis 1959

um 10% mehr als im Vorjahr. Von der installierten Leistung entfallen 10,2% auf Laufwasser, 7,8% auf Speicher und Pumpspeicher, 27,9% auf Braunkohle und Torf und 54,1% auf Steinkohle und andere Energiequellen. Wird die Übergabeleistung, die in das Netz der öffentlichen Elektrizitätsversorgung von Zechenkraftwerken und sonstigen Eigenanlagen eingespeist wird, einbezogen, so erhöht sich der Anteil der Steinkohlenkraftwerke an der Kraftwerksleistung, über die die öffentliche Versorgung verfügt, auf 62%.

Die Statistik erfaßt 345 öffentliche Kraftwerke, hievon 219 Wasserkraftwerke und 126 Wärmekraftwerke. Am Ende des Jahres waren jedoch in 48 Kraftwerken 74% der Gesamtleistung installiert. An der installierten Engpaßleistung der öffentlichen Kraftwerke — einschließlich der Übergabeleistung der in das öffentliche Versorgungsnetz einspeisen den Eigenanlagen — ist das Bundesland Nordrhein-Westfalen mit 60% beteiligt. An der genannten Wasserkraftleistung sind Bayern und Baden-Württemberg mit 48 bzw. 31% beteiligt.

Die Einrichtungen der öffentlichen Versorgung erfuhren folgende Erweiterungen: ein Laufwasserkraftwerk am Lech, ein Pumpspeicherwerk in Oberbayern, je eine Gasturbine in Coburg und Bremen, ein Braunkohlenkraftwerk

in Kassel und ein Ölkraftwerk auf Helgoland. Bestehende Kraftwerke wurden mit insgesamt drei Blöcken à 150 MW und 6 à 100 MW erweitert.

Die Deutsche Bundesrepublik verfügt nunmehr über 341 km (Systemlänge) 380-kV-Freileitungen und über 207 km 300-kV-Leitungen, über 1 300 MVA Transformatorenleistung überspannungsseitig 380 kV und 600 MVA 300 kV.

Die Anzeigepflicht der Kraftwerksprojekte gibt Kenntnis von der Absicht 603 MW Steinkohlenkraftwerks- und 307 MW Braunkohlenkraftwerksleistung aufzustellen, 47 MW ölgefeuerte Anlagen zu schaffen, zwei Gasturbinen (zus. 40 MW) aufzustellen und hydraulisch 174 MW zu installieren. Ferner soll ein weiteres Versuchsatomkraftwerk für 15 MW errichtet werden.

Die öffentlichen Werke erzeugten insgesamt 62,7 TWh (+ 9%), davon 15% in hydraulischen Werken (- 16%), 45% aus Steinkohle (+ 15%) und 40% aus Braunkohle (+ 15%).

Folgende Ausnützungsdauern werden nachgewiesen:

| | |
|------------------|-----------------|
| Insgesamt | 4 199 h (4 206) |
| Laufwasser | 4 960 h (6 028) |
| Wasser insgesamt | 3 380 h (4 242) |
| Braunkohle | 6 073 h (5 687) |
| Steinkohle | 3 529 h (3 420) |

Über die Auswirkungen der zum Schutz der einheimischen Kohlenindustrie getätigten Ablösungen der eingegangenen Kohleneinfuhrverträge wurde die Kohleneinfuhr sehr stark gedrosselt. Die Lagerbestände der Elektrizitätswerke sind von 4 Millionen t (1958) auf 3,3 Millionen t (Winterbeginn 1959) gesunken und betrugen zur Jahreswende die ausreichend beurteilte Zweimonatsmenge.

Über den Stromaustausch mit dem Ausland, dem Saarland und der Sowjetischen Besatzungszone gibt die Abb. 2 Aufschluß.

Die Industrie speiste in das öffentliche Netz 12 143 GWh ein (+ 16,9%), davon Nordrhein-Westfalen allein 11 521,2 GWh und Bayern 316,2 GWh. An der Einspeisung war der Kohlenbergbau allein mit 85,2%, Chemie- und Mineralölbetriebe mit 8,8% beteiligt. Der Tag der Höchstlast war der dritte Mittwoch des Dezembers. Am 16. 12. um 8 Uhr trat die Jahreshöchstbelastung von 14 987 MW (+ 17%) auf. Es deckten hievon die öffentlichen Werke 12 105 MW und die Industrie 2 265 MW, aus dem Ausland und aus dem Saarland wurden zu diesem Zeitpunkt 745 MW bezogen und 128 MW ausgeführt.

Der Verbrauch an von der öffentlichen Versorgung gelieferten Energie erhöhte sich um 10,3% (!) auf 72,5 TWh, in Nordrhein-Westfalen allein 13 %. Die Haushalte verbrauchten 10 397 GWh (9 292 in Vorjahr), die Landwirtschaft 1 804 (1 704) GWh. Der Verbrauch pro Haushalt betrug im Berichtsjahr 628 kWh (+ 12,1%), pro landwirtschaftlicher Nutzfläche 127 kWh (+ 6,7%).

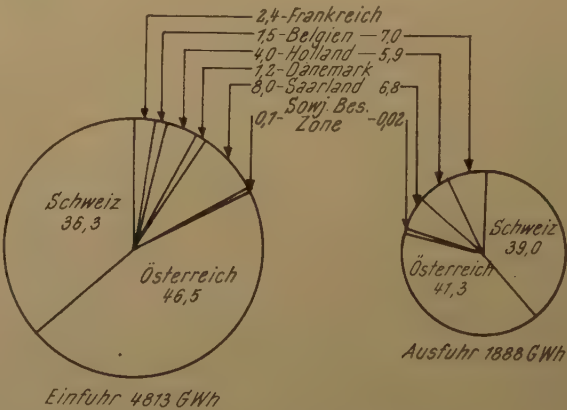


Abb. 2. Stromaustausch der Bundesrepublik im Jahre 1959 (in %)

Die Erlöse der Elektrizitätswerke blieben im Berichtsjahr praktisch unverändert, und zwar bei den Sonderabnehmern 7,3 Pf/kWh (7,3), bei den Tarifabnehmern 16,5 Pf/kWh (16,6), insgesamt 10,0 Pf/kWh (10,1). Ebenso blieb die Anzahl der Beschäftigten von 118 000 Personen (117 000) praktisch unverändert. Hingegen erhöhte sich die

Summe der ausgezahlten Gehälter und Löhne von 826 auf 866 Millionen DM.

Für das Jahr 1960 muß eine weitere Entwicklung des Stromumsatzes vorausgesetzt werden, da schon in den ersten fünf Monaten des Jahres der Elektrizitätsbedarf eine Steigerung von rund 14% erfuhr.

Die norwegische Elektrizitätswirtschaft im Vergleich zu anderen Ländern

(nach „Water Power“, London, Dezember 1959 und Januar 1960)

1. Trotz des langgestreckten Territoriums und der dünnen Besiedlung sind fast 99% der Bevölkerung von 3,5 Millionen mit Stromanschluß versorgt. Nur ganz im Norden (Lapland) leben noch 45 000 Norweger ohne Elektrizität. Durch hohe Zuschüsse unterstützt die Regierung die Restelektrifizierung; in den letzten 20 Jahren betrugen diese insgesamt 335 Mio norwegische Kronen (d. s. rund 1 200 Mio S), womit 650 000 Norwegern der Stromverbrauch ermöglicht wurde. Erst kürzlich wurden weitere 30 Mio n. Kr. (ca. 100 Mio S) für die noch ausständigen Elektrifizierungsarbeiten im Norden als Subvention bewilligt.

Die Kopfquoten von Erzeugung und Verbrauch in Norwegen sind die höchsten in der ganzen Welt (7 500 kWh bzw. 1,55 kW installierte Leistung Ende 1958, die Strompreise weitaus die niedrigsten, selbst gegenüber Nordamerika (im allgemeinen etwa bei 20% der britischen Preise); diese beiden Rekorde bedingen einander natürlich. Selbst bei Berücksichtigung der ständig steigenden Baukosten für neue Wasserkraftwerke und der angenommenen allmählichen Verbilligung der Kernenergie, wird letztere erst gegen Ende dieses Jahrhunderts in Norwegen konkurrenzfähig sein.

Der niedrige Strompreis verhalf dem Land zu einer raschen Entwicklung von metallurgischen und elektrochemischen Großindustrien mit einem großen Exportanteil; diese Entwicklung konnte auch durch die Kapitalarmut Norwegens nicht wesentlich gehindert werden. Die Hauptursache für diese bemerkenswerten wirtschaftlichen Fortschritte liegt in den günstigen Voraussetzungen zur Wasserkraftnutzung. Hierzu gehören der gebirgige Charakter des Landes, die tiefeingeschnittenen Täler und die reichlichen Niederschläge von durchschnittlich 2 m im Jahr an der Westküste. Ferner der Umstand, daß im Gegensatz zu Schweden die reichen Wasserkraftreserven nicht im hohen Norden, sondern in Westnorwegen liegen, zwischen den Häfen Stavanger und Bergen.

2. Da Norwegen kein Öl besitzt und nur wenig Kohle in Spitzbergen (die zum Großteil russischen Gesellschaften gehört), erfolgt die Stromerzeugung praktisch ausschließlich auf hydraulischer Basis. 1938 betrug die gesamte installierte Leistung 2 000 MW, 1945 trotz des Krieges bereits 2 500 MW und Ende 1958 war sie auf 5 400 MW angewachsen. In Bau stehen 2 200 MW, die bis Ende 1963 in Betrieb kommen sollen. Die wirtschaftlich ausbaufähige Leistung wird mit 22 000 MW berechnet (basiert auf einer jahresdurchgängigen Durchschnittsleistung von 12 500 MW, bzw. entsprechend einem Regelarbeitsvermögen von 110 TWh), so daß nach 1963 noch 14 400 MW nicht ausgebaute Leistung zur Verfügung stehen werden. 1958 betrug die Gesamterzeugung 27 000 GWh, der Produktionszuwachs betrug in den zwei Jahrzehnten seit 1938 durchschnittlich 8% pro Jahr.

Alle Neuanlagen der letzten Jahre sind Hochdruckwerke, mit Ausnahme des projektierten russisch-norwegischen Grenzkraftwerkes am Paswik-Fluß. Internationale Projekte bestehen auch mit Schweden, da viele der schwedischen Gewässer am Osthang des Grenzgebirges eine weit wirtschaftlichere Ausnutzung erlauben, wenn sie auf den Westhang, also auf norwegischen Boden übergeleitet würden. So wird z. B. am Rombaks Fjord bei Narwik ein 1 000-MW-Kraftwerk zur Nutzung schwedischer Gewässer geplant. Diese übergeleiteten Gewässer sind im oben genannten norwegischen Potential noch nicht enthalten.

3. Die Baukosten in Norwegen (einschließlich der Speicherräume) sind außerordentlich niedrig. Vor dem Krieg waren die durchschnittlichen Baukosten 20 £/kW (dabei ist die seither eingetretene Geldenwertung zu berücksichtigen). Die drei letzten in Betrieb genommenen Großkraftwerke kosteten:

| Name | MW | Baukosten | spezifische Baukosten |
|---------|-----|-------------|-------------------------|
| Aura | 280 | 13,5 Mio £ | 48,2 £/kW = 3 500 öS/kW |
| Rössaga | 240 | 11,35 Mio £ | 47,3 £/kW = 3 400 öS/kW |
| Tokke | 400 | 19,— Mio £ | 47,5 £/kW = 3 450 öS/kW |

Die spezifischen Kosten liegen also in der Größenordnung von Dampfkraftwerken, die daher in Norwegen keine wirtschaftliche Chance hätten, selbst wenn der Brennstoff nicht eingeführt werden müßte.

Kein Wunder, daß daher die Strompreise, wie schon erwähnt, besonders niedrig sind. Die Preise für Industriestrom schwanken stark, da sie auf individuellen Sonderverträgen beruhen. Industrien, die schon lange in Kraft befindliche Lieferverträge besitzen, zahlen noch heute in manchen Fällen nur rd. 4 g/kWh. Neue Industrieabnehmer schließen derzeit mit 5,5 bis 7,5 g/kWh ab. Selbst in Wasserkraftländern, wie Österreich oder der Schweiz, liegen die durchschnittlichen Industrietarife ca. viermal so hoch.

Sogar in Schweden, wo die Baukosten von Wasserkraftwerken ebenso niedrig sind wie in Norwegen, stellen sich die Erzeugungskosten weitaus höher, da schon ein größerer Prozentsatz der wirtschaftlichsten Projekte ausgebaut ist und die ungenutzten Reserven daher viel kleiner sind, vor allem aber, weil in Schweden notwendigerweise hohe Übertragungskosten vom hydraulischen Potential im Norden zum Konsumschwerpunkt im Süden des Landes hinzukommen, die in Norwegen wegfallen. Die Baukosten modernster schwedischer Kraftwerke stellen sich auf 2 900 bis 3 600 öS/kW. Doch muß Schweden bereits in steigendem Maß zu Dampfkraftwerken übergehen; so ist in der Nähe von Gotenburg ein 200-MW-Wärmeleistungswerk projektiert, dessen Gesamterzeugungskosten auf 48 g/kWh präliminiert wurden. Schweden bemüht sich daher sehr, Strom aus Norwegen zu importieren.

4. Demgegenüber kann ein metallurgischer oder elektrochemischer Betrieb wohl auf der ganzen Welt, jedenfalls nicht in Europa oder Nordamerika, billigere Energie dargeboten erhalten als in Norwegen. Die Wichtigkeit dieser Tatsache ergibt sich aus dem spezifischen Strombedarf einiger dieser Industriezweige:

| | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Aluminium | 17 000 kWh/t Fertigprodukt |
| Magnesium (aus Meerwasser) | 16 000 kWh/t „ |
| Stickstoff, rein | 14 000 kWh/t „ |
| Siliziumstahl | 10 000 kWh/t „ |
| Zinn, elektrolytisch | 4 150 kWh/t „ |
| Kalziumkarbid | 4 000 kWh/t „ |
| Nickel, elektrolytisch | 3 750 kWh/t „ |
| Manganstahl | 3 500 kWh/t „ |

Bei einem Unterschied von 21 g/kWh im Strompreis, stellt sich also 1 t Aluminium in Norwegen um 3 600 S/t billiger.

liger in der Herstellung als in anderen Ländern, d. h. bei einem Verkaufspreis von 13 000 S/t um 28 %!

Vom gesamten Stromverbrauch Norwegens (ohne Verluste) entfielen im Jahre 1957 auf

| | |
|---|-------|
| Tarifabnehmer (Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft) | 35 % |
| Verkehr (Eisen- und Straßenbahnen) | 2 % |
| elektrochemische und metallurgische Industrie | 43 % |
| Papier- und Zellstoffindustrie | 9 % |
| Bergbau, Maschinen- und andere Industrie | 11 % |
| | 100 % |

Der Anteil der gesamten Industrie war 63 %.

Auffällig ist der geringe Anteil des Verkehrs; merkwürdigerweise sind aber die norwegischen Eisenbahnen trotz des so billigen elektrischen Stromes erst zu einem Teil elektrifiziert (vielleicht wegen der Kapitalarmut des Landes).

5. Die wichtigste norwegische Industriesparte ist die Edeltahlerzeugung. Die Produktion von Silizium-Stahllegierungen hat eine Gesamtkapazität von 175 000 t im Jahr, die von Mangan- und Chromstahl-Legierungen von zusammen 180 000 t jährlich. Chrom- und Manganerze müssen importiert werden, zum Teil aus Rußland; die Exporte der fertigen Stahllegierungen erfolgen hauptsächlich nach Großbritannien.

Die zweitwichtigste Industriegruppe ist die Aluminiumproduktion, die 1959 insgesamt 160 000 t lieferte und 1962 auf 215 000 t ansteigen soll. Das Rohmaterial wird aus Kanada und Jamaika importiert, der größte Teil der Erzeugung wird exportiert nach Großbritannien, Kanada und den USA. Einzelne Fabriken erzeugen Reinstaluminium mit einem garantierten Minimalgehalt von 99,99 %. Der durchschnittliche Strompreis für diese Industriesparte beträgt nur 3 g/kWh!

Nickel wird in einer einzigen Fabrik hergestellt und zwar aus kanadischem Rohmaterial. 85 % der Erzeugung von 25 000 t im Jahr 1959 wurden exportiert, hauptsächlich nach USA. Kupfer wird von drei Firmen hergestellt, 1958 zusammen 17 000 t, die zur Gänze exportiert werden. Ein Produzent erzeugt Zink, pro Jahr 40 000 bis 50 000 t, ebenfalls zum größten Teil exportiert in verschiedene europäische Staaten. Der Export von norwegischem Siliziumkarbid deckt ein Drittel des europäischen Bedarfs.

Die Eisen- und Stahlindustrie benützt in hohem Maße elektrische Schmelzöfen, da Norwegen über keinen einheimischen Koks verfügt. Die Roheisenerzeugung erreichte 1958 rd. 240 000 t, die Stahlerzeugung 360 000 t; letztere wird derzeit auf 420 000 t pro Jahr ausgebaut. Das Eisenerz wird größtenteils im Lande selbst gewonnen, ein kleiner Teil kommt aus Schweden. Im Jahre 1958 wurden 55 000 t Roheisen exportiert, ferner rd. 40 000 t Rohstahl und 55 000 t verarbeitete Stähle.

6. Neben den metallurgischen Industrien verdient auch die elektrochemische Produktion Norwegens nähere Betrachtung. Die erste Kunstdüngerfabrik der Welt auf der Basis von synthetischem Stickstoff wurde schon 1905 von der weltbekannten Firma „Norsk Hydro-Elektrisk“ gegründet, die noch heute die größte norwegische Industriegesellschaft ist und in gemischtem Privat- und Staatsbesitz steht. Ihr Vermögen beträgt rd. 3,6 Mrd öS, ihr Jahresumsatz 1,8 Mrd S. Sie erzeugt neben fertigem Kunstdünger (200 000 t im Jahr) auch Kalk-, Natrium- und Ammoniaknitrate, ferner Schweres Wasser, Magnesium und Kunststoffe (P. V. C.). Der reine Stickstoffgehalt ihrer Produkte erreichte pro Jahr 230 000 t, wofür ein Stromverbrauch von 3 500 GWh benötigt wurde; der Strom wird in sechs firmeneigenen Kraftwerken mit zusammen 650 MW installierter Leistung erzeugt. Zwei andere Firmen erzeugen Superphosphat-Dünger, zusammen 120 000 t im Jahr.

Schließlich muß die Produktion von Kalziumkarbid erwähnt werden, die 1938 ein Maximum von rd. 100 000 t erreichte; seitdem ist sie etwas abgefallen, aber noch immer gehört Norwegen zu den führenden Karbiderzeugern der Welt. Auch die Karbidgesellschaften besitzen zum Teil fir-

meneigene Kraftwerke. Das Karbid wird unter anderem auch zur Produktion von Kunstdünger (Cyanamid), Azetylen und Kunststoffen verwendet. Etwa die Hälfte der Gesamtproduktion wird exportiert. In kleinerem Maßstab produziert die elektrochemische Industrie auch Wasserstoff, Chlorbleiche, Ätznatron sowie chloresaures Kalium und Natrium.

7. Es wird geschätzt, daß der Gesamtstromverbrauch (einschließlich Verluste), der 1958 rd. 27 000 GWh betrug, bis 1965 auf 36 000 GWh anwachsen wird (entsprechend einer Kopfquote von rd. 10 000 kWh!). Der Verbrauch der metallurgischen und elektrochemischen Industrie, der 11 500 GWh im Jahre 1958 erreichte, soll bis 1965 auf 17 000 GWh ansteigen, ihr Anteil also von 43 % auf 47 %. In den nächsten fünf Jahren wird die installierte Leistung um durchschnittlich je 400 MW zunehmen müssen, was für die Kraftwerke allein einen jährlichen Investitionsbedarf von umgerechnet 1 450 Mio S bedeutet. Die Investitionen für den Ausbau des Leitungsnetzes werden auf rd. 1 100 Mio S pro Jahr geschätzt. Zusammen bedeutet dies bei einem Bruttonationalprodukt von 110 Mrd öS im Jahre 1958 einen Anteil von 2,3 % für die Investitionen der Elektrizitätswirtschaft. Es wird für Norwegen nicht leicht sein, diese Beträge freizustellen, da außerdem etwa 1,5 Mrd S jährlich für Investitionen in der Industrie und im Schiffbau erforderlich sein werden.

Dreiviertel der norwegischen Elektrizitätswirtschaft gehören dem Staat bzw. den großen Stadtwerken. Infolge der billigen Strompreise ist die Bildung von Eigenkapital natürlich gering; aus politischen Gründen können die Tarife aber nicht erhöht werden. Der größte Teil des benötigten Investitionskapitals muß daher einerseits aus budgetären Zuwendungen (teilweise aus einer speziellen Energiesteuer gedeckt) finanziert werden, andererseits aus Anleihen. Doch ist der einheimische Kapitalmarkt zu beschränkt, auch erlaubt die Regierung keine höheren Zinssätze, um ihre Politik des „billigen Geldes“ nicht zu gefährden. Daher bemüht sich Norwegen um ausländische Anleihen für den Energieausbau und hat seit Kriegsende von der Weltbank und von amerikanischen, schwedischen und Schweizer Privatbanken bisher insgesamt Anleihen im Werte von rd. 2,7 Mrd S aufgenommen.

8. Freilich stellen sich diese ausländischen Anleihen auch nicht billig. Vor zehn Jahren verlangten die USA noch einen Zinssatz von 3½ %, der dann allmählich auf 4½ % stieg und für die letzte, 1958 abgeschlossene, amerikanische Anleihe mit 15 Jahren Laufzeit bereits 5 % betrug. Daher bemüht sich Norwegen sehr um eine billigere Finanzierungsmöglichkeit mittels der uns wohlbekannten Vorfinanzierung späterer Stromexporte, wofür Schweden der gegebene Partner ist.

Bereits 1955 wurde ein solches Projekt in Angriff genommen, das 140-MW-Kraftwerk Upper Nea, zwischen Trondheim und der schwedischen Grenze gelegen. Die Schweden gaben eine Anleihe in der Höhe von umgerechnet 330 Mio S auf 15 Jahre, für deren Annuitäten (Kapital und Zinsen) Norwegen jährlich 31 Mio S zu zahlen hat, was etwa einem Zinssatz von 2,5 % entspricht. Aus der Regelerzeugung der Anlage von ca. 650 GWh erhält Schweden durchschnittlich 380 GWh jährlich zu einem Preis von 9,3 g/kWh; Norwegen verbleiben also im Regelfall 270 GWh Erzeugung, ferner erhält es jährlich ca. 35 Mio S, d. s. bis zum Ende der Laufzeit insgesamt etwa 350 Mio S, für den exportierten Strom. Der Vertrag scheint für Norwegen sehr vorteilhaft und es ist verständlich, daß die norwegische Regierung sich um weitere Vorfinanzierungen auf ähnlicher Basis bemüht und dabei auch an Dänemark, Norddeutschland und sogar Schottland (mittels Unterwasserkabel) denkt. Andererseits ist, wie schon oben erwähnt, Schweden am Import billigen Stromes sehr interessiert.

9. Angesichts der riesigen, noch ungenützten Wasserkraftreserven und der niedrigen Erzeugungskosten wäre es nahe-

liegend, das hydraulische Potential Norwegens nicht nur für seinen eigenen zukünftigen Bedarf auszubauen, sondern auch für andere europäische Staaten. So wurde z. B. errechnet, daß durch Stromexport das in Kraftwerken investierte Kapital weit höhere Erträge ergeben könnte als bei Export von Aluminium oder anderen mit diesem Strom erzeugten Waren. Doch sind die Norweger trotzdem gegen diesen reinen Stromexport eingestellt, vor allem weil hiebei nur ein Bruchteil der Arbeitsplätze zur Verfügung stünden, die bei Investition des gleichen Kapitals in der Industrie vorhanden wären. Norwegen glaubt gewissermaßen seinen größten bodenständigen Schatz — die billige Wasserkraft — eifersüchtig für sich selbst hüten zu müssen.

Daher erleichtert die norwegische Regierung den Zustrom ausländischen Kapitals zum Ausbau neuer Industrien und, in Zusammenhang damit, auch der für diese erforderlichen neuen Kraftwerke, nicht aber die Finanzierung solcher Anlagen, die bloß für den reinen Stromexport gedacht

sind. Nur die Erzeugung von Kraftwerken, deren Kosten wegen langer Übertragungsleitungen für die norwegische Industrie untragbar hoch wären, aber z. B. für die dänische Landwirtschaft oder den Haushaltverbrauch in Norddeutschland noch konkurrenzfähig, kämen für dauernden Export in Betracht.

Unter diesen Umständen ist es eigentlich verwunderlich, daß sich ausländisches Kapital nicht mehr als bisher für einen weiteren Ausbau der norwegischen metallurgischen und elektrochemischen Industrie interessiert hat, angesichts des so billigen und reichlichen einheimischen Energieangebots. Doch haben gerade letzthin kanadische, amerikanische und Schweizer Firmen die Erweiterung ihrer Interessen an bestimmten norwegischen Industrieprojekten beschlossen. Mit der Konsolidierung der EFTA, deren Mitglied Norwegen ist, dürften auch die ausländischen Investitionen in der norwegischen Industrie beträchtliche, weitere Fortschritte machen.

Dipl.-Ing. V. GRABER

Energiewirtschaftliche Kurzberichte

Der Vorstand der Donaukraftwerke Jochenstein AG (DKJ) hat in der am 30. März 1960 stattgefundenen Hauptversammlung der Gesellschaft den Bericht über das 7. Geschäftsjahr (1958) vorgelegt, welchem zu entnehmen ist, daß bei einer mittleren Wasserführung der Donau von 1 489 m³/s die mögliche Erzeugung im Jahr 1958 959,4 GWh und die tatsächliche 952,4 GWh betragen hat. Somit blieben lediglich 7 GWh nicht ausgenutzt. Die Erzeugungsminderung war durch Eisabtrift und Turbinenrevision bedingt. Ein Vergleich mit der Erzeugung in 1957 zeigt eine Zunahme um 77,8 GWh. Diese Steigerung ist u. a. darauf zurückzuführen, daß im Berichtsjahr die Unterwassereintiefung erstmals zu entsprechender Wirkung kam. Neben der Auswirkung der Unterwassereintiefung ist die überdurchschnittlich günstige Wasserführung der Donau zu erwähnen. Die entgeltliche Stromabgabe ging ungefähr zu einer Hälfte an die Rhein-Main-Donau AG und zur anderen Hälfte an die Verbundgesellschaft. Ein geringes Quantum (0,4 GWh) wurde an sonstige Abnehmer geliefert. Für den eigenen Bedarf wurden 24,7 GWh benötigt, wovon auf Ersatzlieferung an das Kachletwerk wegen des durch das Donaukraftwerk Jochenstein verursachten Einstaues 7,5 GWh entfielen.

Mit Rücksicht auf den zu erwartenden Einstau durch das derzeit in Bau befindliche Donaukraftwerk Aschach wurden die Arbeiten an der künstlichen Eintiefung des Unterwassers, nachdem bereits eine Eintiefung von 90 cm erreicht worden war, eingestellt. In der Eisabtrift wurde eine neue Methode erprobt. Während früher die Eisabtrift durch stundenweises vollständiges Öffnen eines Wehrfeldes erfolgte, wurde diesmal der Durchfluß durch die Turbinen stark gedrosselt und das Eis über 4 abgesenkte Wehrfelder abgeführt.

Das Anlagevermögen der Gesellschaft hat im Berichtsjahr einen Zugang von 11,7 Mio DM zu verzeichnen und wird zum Bilanzstichtag mit 271,2 Mio DM ausgewiesen. Im Jahresabschluß 1958 wurden noch 3,6 Mio DM als ausstehende Einlagen auf das Grundkapital bilanziert, die jedoch in der Zwischenzeit zur Einzahlung gelangten. Damit ist das Grundkapital der Gesellschaft in Höhe von 75 Mio DM voll eingezahlt. Es verteilt sich mit 60 Mio DM auf Stammaktien und mit 15 Mio DM auf Vorzugsaktien. Die günstige Situation auf dem Kapitalmarkt hat die Gesellschaft im Jahre 1959 zur Umschuldung genutzt und dadurch für die Zukunft eine Einsparung des Erfordernisses für den Zinsendienst der Fremdmittel erreicht.

Die Verbindlichkeiten und die Rückstellungen für ungewisse Schulden hatten Ende 1958 zusammen eine Höhe von 187,1 Mio DM. Die Erträge aus dem Stromverkauf reduzierten sich gegenüber 1957 um 1,1 Mio DM. Die Ver-

minderung der Erträge steht im Zusammenhang mit der Verrechnung der abgegebenen Energie zu Selbstkosten an die Hauptabnehmer, die VG und die RMD. Eine Verminderung der Aufwendungen führt zu einer ebensolchen Verminderung der Erträge. Das Geschäftsjahr schließt mit einem Reingewinn von 230 468,75 DM. Dieser Betrag soll zur Ausschüttung einer zeitanteiligen Vorzugsdividende von 5% auf das von deutschen Vorzugsaktionären eingezahlte Grundkapital von DM 5 625 000.— verwendet werden.

Ha

Dem nunmehr vorliegenden Geschäftsbericht der OKA (Oberösterreichische Kraftwerke-AG in Linz) über das Geschäftsjahr 1959 kann folgendes entnommen werden: In der Zusammensetzung des Aufsichtsrates hat sich gegenüber 1958 nur unter den vom Betriebsrat entsandten Herren eine Veränderung ergeben.

Der Vorstand ist gegenüber 1958 unverändert geblieben.

Aus dem Bericht des Vorstandes ist zu entnehmen, daß die eigenen Wasserkraftwerke zufolge der Trockenheit um rund 21% weniger produziert haben wie 1958 und daß auch der Bezug aus den Ennskraftwerken um mehr als 10% zurückging. Daraus resultiert eine vermehrte Inanspruchnahme bzw. Erzeugung des Dampfkraftwerkes Timelkan, das mit über 211 Mio kWh den absoluten Höchststand erreichte.

Die nutzbare Stromabgabe der Gesellschaft stieg um fast 1 1/2% gegenüber dem Vorjahr, tatsächlich ist sie jedoch um fast 9% gestiegen, da die bisherige Stromabgabe an CSR und SAFE im Berichtsjahr eingestellt wurde und daher in den letzten Zahlen nicht mehr enthalten sind. Nach Berücksichtigung aller Abschreibungen und Wertberichtigungen sowie des letzten Gewinnvortrages schloß das Berichtsjahr mit einem Gewinn von über 16 Mio S, woraus eine 4%ige Dividende ausgeschüttet und ein Rest von rund S 23 000 auf neue Rechnung vorgetragen wurde; die Einnahmen aus dem Stromgeschäft tiegen von 401 Mio S im Vorjahr auf 432 Mio S im Berichtsjahr.

Unter den diversen, bereits in Angriff genommenen Bauvorhaben nahmen vor allem die Erweiterung bzw. der Ausbau des Dampfkraftwerkes Timelkan und des Umspannwerkes Wegscheid ihren weiteren Fortgang; besonders hervorzuheben ist die im April des Berichtsjahres erfolgte Beendigung und Inbetriebnahme des UW Schärding, als derzeit modernste Anlage der Gesellschaft.

Der Stromabsatz ist neben den laufenden Vertragsabschlüssen mit Großabnehmern besonders gekennzeichnet durch den Abschluß mehrerer größerer Stromlieferungsvereinbarungen, so mit der Steyr-Daimler-Puch-AG, dem Bene-

diktinerstift in Lambach und den Ebenseer Solvay-Werken.

Die Zahl der Tarifabnehmer ist um 4,7% auf über 133 500 gestiegen, der Stromabsatz hat sich bei ihnen um 9,9% erhöht. Die Anzahl der Sonderabnehmer ist um 2,4% auf 761 gestiegen.

Das Elektrodenwerk Steeg mußte wegen der angepannten Stromversorgungslage die Graphitierung im Herbst des Berichtsjahres einstellen, wodurch die Erzeugung von Graphitelektroden zurückging; der Umsatz hat sich aber trotzdem um rund 10% auf 34 Mio S erhöht.

An Personal beschäftigte die Gesellschaft im Berichtsjahr insgesamt 2 692 Dienstnehmer gegenüber 2 528 im Vorjahr.

Die Wohnbautätigkeit der Dienstnehmer wurde weiterhin durch langfristiges Darlehen gefördert, die hierfür aufgewendete Gesamtsumme abermals wesentlich erhöht.

Aus der Bilanz verdient hervorgehoben zu werden, daß das Anlagevermögen von rund 2,5 Mrd S im Vorjahr auf rund 2,7 Mrd S im Berichtsjahr zugenommen hat. Die Beteiligungen haben sich nicht wesentlich von rund 501 Mio S auf rund 510 Mio S erhöht, während das Umlaufvermögen von rund 290 Mio S auf rund 410 Mio S beträchtlich angestiegen ist, was im wesentlichen auf eine Erhöhung der Bankguthaben zurückgeht.

Das Grundkapital ist mit 400 Mio S weiterhin unverändert geblieben, die Rücklagen haben sich abermals etwas erhöht und betragen rund 1,074 Mrd S gegenüber 1,032 Mrd S im Vorjahr.

W. PIFFL

Die Elektrotechnische Versuchsanstalt (ETVA), Wien III, Arsenal, Objekt 221, lud am 21. September zu einer „Übergabefeier“ ein, zu der sich eine sehr große Anzahl von Fachleuten eingefunden hat. Es erfolgte die „Übergabe“ der Neuanlagen im Objekt der ETVA durch die Herstellerfirmen Siemens & Halske Ges. m. b. H., Österreichische Brown Boveri-Werke A. G. und Elin-Union A. G. an die Bundesgebäudeverwaltung als Auftraggeber und von dieser zur Benützung durch die ETVA an deren Direktor, Oberbaurat Dipl.-Ing. J. PENKLER. In Vertretung des verhindert gewesenen Herrn Bundesministers Dr. Bock begrüßte Ministerialrat F. GRILL die sehr zahlreich erschienenen Festgäste.

Es war keine geringe Überraschung für die Mehrzahl der Festgäste, Einrichtungen vorgeführt zu bekommen, die das Entstehen einer Prüfanlage großen Stils bewiesen. Der beendete erste Ausbau der Elektrotechnischen Versuchsanstalt umfaßt: das erweiterte Versuchsfeld für elektrische Maschinen und Apparate, die Anlage für Schaltleistungsversuche bis 40 MVA, das Versuchsfeld für Schlagwetter- und Explosionsschutz, die Oberstufe der Prüfumspannkaskade für 1 200 000 V.

Es würde den Rahmen dieses Kurzberichtes sprengen, hier im Detail auf die Einrichtungen einzugehen. Dies bleibe nachträglichen Berichterstattungen vorbehalten. Die Führung der Teilnehmer der Übergabefeier und die Vortragsführungen erbrachten eindringlich den Beweis, daß die oben genannten österreichischen Elektroindustrien Spitzenleistungen vollbracht haben, für die sie zu beglückwünschen sind. Die Gäste gewannen die Überzeugung, daß die ETVA unter der Führung ihres Direktors Penkler bestrebt und befähigt ist, mit der Entwicklung der Technik Schritt zu halten, ihre Prüfverfahren und -methoden dem jeweiligen Stand der Technik anzupassen.

Die österreichische Elektrizitätswirtschaft wird die Fertigstellung des ersten Ausbaues der ETVA mit größter Genugtuung zur Kenntnis nehmen, denn ihre Einrichtungen schließen die in Österreich angewandten Hochspannungen bis zur Höchstspannung ein. Der reibungslose Ausbau einer Elektrizitätswirtschaft setzt neutrale, leistungsfähige Versuchsanstalten voraus, in die die EVU volles Vertrauen setzen. Diese Voraussetzung wird durch den Ausbau der ETVA erfüllt.

Über „Elektrizitätsversorgung und Landesverteidigung“ sprach über Einladung der Bundesministerien für Verkehr und Elektrizitätswirtschaft bzw. für Landesverteidigung am 22. September 1960 in Wien — durch Sektionschef Fürst begrüßt — Oberst im Generalstab der Schweiz, FRANZ KÖNIG. Seine Ausführungen weckten das größte Interesse bei den zahlreichen Anwesenden.

Er stellte allgemeine Betrachtungen über die Bedeutung der Energieversorgung für den kriegführenden Staat an und erläuterte die in der Schweiz herrschenden Ansichten über die Kriegsfestigkeit der Energieanlagen, insbesondere der Sperren.

Der moderne Krieg wird total geführt, nicht nur auf dem militärischen, sondern auch auf dem wirtschaftlichen, zivilen und geistigen Sektor. Das Überwinden des Kriegszustandes setzt neben der Erfüllung vieler anderer Bedingungen eine ausreichende eigene Energieerzeugung voraus. Mit zu importierenden Energieträgern kann auch nicht mit ähnlicher Sicherheit gerechnet werden wie mit den eigenen. Die Schweiz besitzt eigene Energiequellen nur in den Wasserkraften, die jedoch nur ein Fünftel des gesamten gegenwärtigen Energiebedarfes decken. Daher das Bestreben, Wasserkraften, soweit ausbauwürdig, zu aktivieren.

Diese Ausführungen beweisen die Unrichtigkeit der österreichischen Energiewirtschaftspolitik, die die schmalen eigenen Kohlenvorräte aufzehren will, ohne daran zu denken, daß sich politische Konstellationen ergeben können, in welchen die Kohleeinfuhr stark gedrosselt oder gar eingestellt wird, wodurch die eigenen Kohlenvorräte das Fortbestehen des Staates entscheiden werden. Die Einfuhr des heute mit steigender Beliebtheit verwendeten Erdöles ist politisch gänzlich ungesichert, Störungen oder Abbruch der Einfuhr liegen jederzeit im Bereich der Möglichkeit. In Österreich wird die Energieversorgung ebenso wie in der Schweiz nur so weit sicher sein, als sie mit eigenen Energieträgern, d. h. vorwiegend auf hydraulischem Wege, erfolgt.

Kriegsfeste Energieanlagen lassen sich nur in der Kaverne erstellen. Die Ausführungen des Vortragenden, daß die Sperrmauer erst ab 15 m Stärke kriegsfest ist, ist nur so lange stichhältig, als nicht noch brisantere und durchschlagendere Bomben als die gegenwärtigen hergestellt werden. (Die Erfahrung des letzten Weltkrieges lehrt, daß im Krieg die Vernichtungskraft der Kriegsmittel laufend gesteigert wird.) Der Vortragende unterzog jede der üblichen Sperrenarten einer Beurteilung vom Standpunkt der Kriegsfestigkeit, erläuterte die Mittel, die im Angriff und in der Abwehr an einer Sperre angewendet werden können.

Zuzustimmen ist der Bemerkung, die Sektionschef Fürst in seiner Begrüßung machte, daß wir Österreicher nur widerstrebend an das Problem der Energiewirtschaft im Krieg herantreten, denn wir hoffen, daß die Menschheit so vernünftig sein wird, einen dritten Weltkrieg zu vermeiden. Dennoch muß sich auch Österreich mit den Fragen befassen, die, wie die Ausführungen des Vortragenden zeigten, in der Schweiz viel Arbeitsaufwand hervorriefen, und es werden die Ausführungen des Vortragenden sicherlich eine sehr wertvolle Grundlage für die in Österreich zu treffenden einschlägigen Maßnahmen sein.

Die Stadt St. Gallen (Schweiz) hat am 1. Mai d. J. einen neuen Haushalts-Einheitstarif eingeführt. Der Grundpreis (Abonnementgebühr) beträgt bei ein bis zehn anrechenbaren Haupträumen 1,40, 1,90, 2,40, 3,20, 4,—, 4,80, 5,60, 6,60, 7,60 bzw. 8,60 sfr/Monat.

Der Arbeitspreis (Konsumpreis) beträgt im Tagestarif (6.30 Uhr bis 21.30 Uhr) im Winter 10 Rp/kWh, im Sommer 8, im Nachttarif Winter 5, Sommer 4 Rp/kWh. Familien mit 3 und 4 Kindern wird ein Hauptraum, mit 5 und mehr Kindern 2 Haupträume weniger berechnet.

Im VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33, sind Änderungen der VDE-Vorschriften für Zubehör für

Leuchtstofflampen VDE 0712 erschienen. Am 1. 8. 1960 treten die Änderungen VDE 0712 Teil 1b (DM 1,60), Teil 2a (DM 0,30), Teil 6b (DM 0,40) der seit 1952 bzw. 1957 gültigen Fassungen der Teile 1, 2 und 6 von VDE 0712 „Vorschriften für Zubehör für Leuchtstofflampen und Leuchtstoffröhren mit Nennspannungen unter 1000 V“

in Kraft. Hiermit werden diese Vorschriften an die neuen Entwicklungen auf anderen Gebieten des VDE-Vorschriftenwerkes angeglichen.

Ferner sind erschienen: Bestimmungen für den Bau von Elektrofishereigeräten für Binnengewässer (VDE 0686 Teil 1/9. 60) und zum Preise von DM 1,80 erhältlich.

Zeitschriftenschau

Production and Distribution of Reactive Energy (Erzeugung und Verteilung von Blindleistung). Von S. LALANDER, H. GUSTAVSSON und N. HOLMIN, Swedish State Power Board, Stockholm. Veröffentlicht vom Swedish State Power Board, Stockholm, Schweden.

Der Verbrauch an Blindleistung ist in jedem Netz stets groß: ein Motor braucht im Normalbetrieb so viele kVA als er kW aufnimmt, die nicht kompensierten Leuchtstoffröhren nehmen 2 kVA pro kW auf, ein Transformator braucht $\frac{1}{10}$ der kW-Zahl an kVA. Um die benötigte Blindleistung aufzubringen, stehen folgende Wege offen: a) Verwendung von Synchronmotoren, aufgestellt beim Verbraucher; b) Parallelkondensatoren im Anschluß an den Stromverbraucher; c) Reihen- oder Parallelkondensatoren im Verteilnetz; d) Synchronkondensatoren im Verteilnetz; e) Synchrongeneratoren bei der Stromerzeugung. Die Wahl des anzuwendenden Mittels haben nicht immer die Kosten zu bestimmen. Ob der Asynchron- oder der Synchronmotor am zweckmäßigsten verwendet wird, entscheiden die geforderten Drehzahlbereiche, die Anfahrbedingungen, die Frequenzumformung, das allgemeine betriebliche Verhalten usw.

Der Aufstellungsort der Kondensatorenbatterie ist durch die Übertragungsbedingungen der Blindleistung bestimmt, ihre Größe entscheiden die Spannungsverhältnisse. Die Synchronmaschine ist den Parallelkondensatoren durch die Möglichkeit der Spannungsregelung überlegen. Hiedurch hebt die erste die Stabilität und Übertragbarkeit der Anlage.

Soweit der Preisvergleich die Frage, ob der Synchron- oder der Asynchronmotor verwendet werden soll, entscheidet, ist auf die Kosten der Blindenergie Rücksicht zu nehmen, die den stets teureren Synchronmotor als die wirtschaftlich günstigere Maschine ergeben kann. An einem behandelten Beispiel wird gezeigt, daß der Synchronmotor um 40% teurer sein darf als der Asynchronmotor, wenn die Kosten der Kondensatoren für den zu kompensierenden Asynchronmotor in Betracht gezogen werden. Von dem Vorteil der Kondensatorenbatterien, sie in dem jeweils benötigten Umfang zuzuschalten, wird nicht immer Gebrauch gemacht.

In einem Netz mit mehreren Spannungsebenen lassen sich in jeder dieser Ebenen Kondensatoren anschließen. Ohne vorerst auf die Wirkverluste in den Kondensatoren Rücksicht zu nehmen, sind bei den durchgerechneten Beispielen in einer Anlage mit Netzen für 120, 40, 10 und 0,4 kV die Kosten am höchsten, wenn die Kondensatoren an die 10-kV-Sammelschiene angeschlossen werden und je einer bzw. untereinander gleich, wenn sie an die 40- oder 0,4-kV-Seite angeschlossen werden. Bei der Beurteilung der Kosten eines Synchron-Phasenschiebers ist auf die Hebung der Stabilität des Betriebes durch ihn Rücksicht zu nehmen. Ein Beispiel, das der Verfasser anführt, beweist, daß sich diese Hebung preislich sehr fühlbar auswirkt. Entscheidend ist stets die Lage des Kompensators im Netz.

Maßgebend sind auch die Kosten bei $\cos \varphi < 1$ gegenüber $\cos \varphi = 1$. Die Arbeit gibt konkrete, für Schweden geltende Werte an.

Die Erzeugung von Blindstrom ist dann teurer, wenn der Synchronkompensator leer laufen muß bzw. wenn Antriebsmaschine und Generator nicht entkuppelt werden können. Die Arbeit weist konkrete Vergleichspreise nach.

Sollen die Kosten der Blindleistungsübertragung erfaßt werden, so sind folgende Größen in Betracht zu ziehen:

a) der Anteil der Blindleistung an der Leitungs- und Transformatorenkapazität; b) die durch die Blindleistung verursachten Wirk- und Blindleistungsverluste; c) die durch die Blindleistung verursachten Spannungsabfälle.

Der Verfasser rechnet mit folgenden Größen:

a) die Blindleistung bedingt den folgenden prozentuellen Anteil der Kapazität, die durch die Wirkleistung gefordert wird

$$P_1 = \left(\frac{1}{\cos \varphi} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

b) die Wirk- und Blindleistungsverluste der Blindleistungsübertragung betragen in Prozenten der Wirkübertragungsverluste

$$P_2 = \left(\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1 \right) \cdot 100 \%$$

c) der Spannungsabfall, den die Blindleistung in der Richtung zur Empfangsspannung verursacht, bedingt in % des Abfalles durch die Wirkleistung

$$P_3 = \frac{X}{R} \sqrt{\left(\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)} \cdot 100 \%$$

Bei der Projektierung einer Erzeugungs- und Verteilanlage sind mittlere Kosten für Übertragung, Umspannung einschließlich Verluste zu ermitteln. Der Verfasser stellt diese Kosten für ein bereits behandeltes Beispiel auf und geht von einem bestimmten Verhältniswert Maximalleistung zu Kapazität der Anlage aus (bei der Beurteilung bestehender Anlagen sind die Grenzkosten heranzuziehen). Unzulässiger Spannungsabfall bedingt das Verstärken der Leitungsanlage, das jedoch gewöhnlich teurer ist als die Aufstellung von Phasenkompensationseinrichtungen. Der zuzulassende Spannungsabfall hängt von den Spannungsregellichkeiten im Sekundärnetz ab.

Eine ausgedehnte Freileitungsanlage wirkt als Erzeuger, Verbraucher oder als Übertragungseinrichtung von Blindleistung. Das Verhältnis zwischen Erzeugung und Blindleistungsverlusten hängt von den Leitungskonstanten ab und wird unter Bedachtnahme auf die Kosten festgelegt. Diese Zusammenhänge werden an errechneten Diagrammen erläutert.

Der Vergleich des Verhaltens des Serienkondensators mit dem des Parallelkondensators bei Spannungsschwankungen, verursacht durch die Blindleistung, fällt zugunsten des ersteren aus. Die Verluste des Parallelkondensators sind von der Last im allgemeinen unabhängig, die des Serienkondensators sind dem Strom proportional. Hier erweisen sich die Parallelkondensatoren überlegen. Was nunmehr die Kosten betrifft, sind die zwei Kondensatorenarten gleich.

Die Verfasser befassen sich zum Schluß mit dem Blindleistungsproblem in Schweden, das hier durch die besonderen Gegebenheiten bedeutungsvoll und kompliziert ist (Energiegewinn im Norden, Hauptkonsum im Süden, ausgedehnte Übertragung mit Hoch- und Höchstspannung). Serienkondensatorbatterien wurden im 400-kV-System aufgestellt, fallweise ergänzt durch Nebenschlußbatterien. Bei 1,7 GW Wirkleistung im schwedischen Netz werden

300 MVA Blindleistung benötigt. Die Generatoren der kalorischen Werke werden durch 400 bis 500 h/Jahr ausschließlich zur Blindleistungserzeugung herangezogen. Es sollte grundsätzlich jeder Generator mit geeignetem $\cos \varphi$ ausgelegt werden, um mit ihm ausreichend Blindleistung erzeugen zu können. In dieser Maßnahme ist ein wirksames Mittel zur Befriedigung der Konsumenten gegeben. Daneben ist in jedem Netz für ausreichende Reserve an Blindleistungserzeugern zu sorgen.

Die Konsumenten sind durch tarifliche Maßnahmen zu bewegen, für die Eigenerzeugung der von ihnen benötigten Blindleistung zu sorgen.

„Talsperrenprobleme.“ Österr. Wasserwirtschaft, 12. Jhg., Heft 8/9, Wien, August 1960.

Das zur Wiener Herbstmesse erschienene Doppelheft des Organes der österreichischen Wasserwirtschaft ist als Sonderheft den Talsperrenproblemen im allgemeinen und der Katastrophe von Fréjus-Malpasset im besonderen gewidmet. Anlaß zu dieser — man darf wohl feststellen: einmaligen! — Veröffentlichung ist die verantwortungsbewußte Tätigkeit der Staubeckenkommission, die es trotz des physischen und geistigen Stachelndrahtes um die Unglücksstelle, trotz Fehlens einer amtlichen Darstellung aus berufenem, französischem Munde für richtig gehalten hat, sich um Klarstellung zu bemühen. Blickrichtung war dabei, ob in Österreich alles getan wurde und wird, ähnliche Ereignisse zu vermeiden. Namhafte Experten aus Wissenschaft und Verwaltung sind in der Staubeckenkommission zu Wort ge-

kommen; ihre Referate werden nun der Öffentlichkeit vorgelegt. Dem Fachmann wird die Aufzählung der Autorennamen: LANSER, GRENGG, CHWALLA, GRZYWIŃSKI, GRABMAYR, CLAR, MÜLLER, TREMMEL, LAUFFER und HAMPFEL bereits genügend über das hohe Niveau der Beiträge aussagen. Besonderer Erwähnung bedarf die Schlußfolgerung des geschäftsführenden Min.-Rates Dr. Lanser, der sich auf Grund der gewissenhaften Prüfung in der Staubeckenkommission zu der Feststellung ermächtigt sieht, es sei „kein Anhalt dafür gegeben, daß ähnliche Gefahren an österreichischen Talsperren befürchtet werden müßten oder daß die technischen Unterlagen, die übliche Vorgangsweise beim Entwurf, der Berechnung und dem Bau der Sperren oder schließlich das behördliche Bewilligungsverfahren in Österreich grundsätzlich Änderungen bedürften“.

Wenn entgegen der Gepflogenheit abschließend auch die diesmal besonders gut gelungenen Firmeninserate erwähnt seien — sie stärken bekanntlich den finanziellen Rückhalt der Zeitschriften —, so deshalb, weil hier die einzige Kritik am Werk ansetzen muß: Mitten im Text stört ein Inserat, das sich den Anschein eines redaktionellen Beitrages von 2 Seiten Umfang gibt. Die inserierende Firma hat schon einmal in einem wissenschaftlichen Rahmen Befremden durch ähnliche Vorgangsweise erregt. Man bedauert, daß diesem Vorgehen durch die Anzeigenverwaltung nicht Einhalt geboten wurde. Die beiden bezahlten Seiten hätte man ablehnen oder zumindest anderswo, im Inseratenteil, unterbringen müssen!

R. PARTL, Wien

Mitteilungen des Bundeslastverteilers

Die österreichische Elektrizitätsversorgung im Juli 1960

I. Gesamte Elektrizitätsversorgung (EVU, Industrie-Eigenanlagen, ÖBB)

Die Laufkraftwerke der Elektrizitätsversorgungsunternehmen erzeugten im Berichtsmonat 743 GWh und übertrafen damit den Wert des langjährigen Durchschnittes um 9%. Die gesamte hydraulische Erzeugung von 1 229 GWh blieb jedoch um 129 GWh hinter den Vergleichswert vom Juli des Vorjahres zurück. In den Wärmekraftwerken wurden 193 GWh erzeugt, um 72 GWh mehr als im Juli 1959. Aus Erdgas wurden 86 GWh, aus Braunkohle 38 GWh, aus Heizöl 29 GWh, aus Koks- und Gichtgas 27 GWh, aus Steinkohle 2 GWh und aus sonstigen Brennstoffen 11 GWh erzeugt.

Eingeführt wurden 47 GWh (Juli des Vorjahres: 35 GWh), und zwar 33 GWh aus Deutschland, 13 GWh aus der Schweiz und 1 GWh aus Jugoslawien. Ohne jenen Import der Vorarlberger Illwerke AG, der nur für den Betrieb der Speicherpumpen in den Kraftwerken Rodund und Lünensee erfolgte, war der Import mit 15 GWh so hoch wie im Juli des Vorjahres.

Die Ausfuhr von 296 GWh war um 128 GWh kleiner als jene vom Juli 1959 und nach Deutschland (248 GWh, einschließlich der Durchleitung an die Schweiz), nach der ČSR (37 GWh und nach Italien (11 GWh) gerichtet. Nach Abzug des aus der Pumpspeicherung stammenden Exportanteiles ergibt sich eine Ausfuhr von 290 GWh gegenüber 418 GWh im Vergleichsmonat 1959.

Der Gesamtverbrauch hat gegenüber Juli 1959 wie folgt zugenommen:

| | Verbrauch | | Zunahme gegen- | |
|-------------------------|-----------|-----------|----------------|-----|
| | Juli 1959 | Juli 1960 | über Juli | |
| | GWh | GWh | 1959 | % |
| Verbrauch mit Ranshofen | | | | |
| mit Pumpspeicherung | 1 088 | 1 173 | 85 | 7,8 |

| | | | | |
|--------------------------|-----|-------|----|-----|
| Verbrauch mit Ranshofen | | | | |
| ohne Pumpspeicherung | 994 | 1 056 | 62 | 6,2 |
| Verbrauch ohne Ranshofen | | | | |
| mit Pumpspeicherung | 988 | 1 072 | 84 | 8,5 |
| Verbrauch ohne Ranshofen | | | | |
| ohne Pumpspeicherung | 894 | 955 | 61 | 6,8 |

Zur Deckung des Mehrverbrauches von 85 GWh gegenüber Juli 1959 brachten die Elektrizitätsversorgungsunternehmen um 56 GWh und die Industrie-Eigenanlagen um 30 GWh mehr auf als im Vergleichsmonat des Vorjahres; hingegen war die Aufbringung der Österreichischen Bundesbahnen um 1 GWh kleiner. Die tatsächliche Mehrerzeugung der Industrie-Eigenanlagen, die sich nach Abzug der Erzeugung des Kraftwerkes der Hütte Linz für die öffentliche Elektrizitätsversorgung ergibt, betrug 25 GWh.

Am 31. Juli entsprach der Wasservorrat in den Jahresspeichern einem Arbeitsvermögen von 780 GWh gegenüber 751 GWh zum gleichen Zeitpunkt des Vorjahres.

Der Maximalwert der Summenlinie der Belastungsabläufe im Bereich der Elektrizitätsversorgungsunternehmen und der Industrie-Eigenanlagen trat am dritten Mittwoch des Berichtsmontes mit 1 733 MW auf (ohne Pumpstromaufwand).

II. Öffentliche Elektrizitätsversorgung (EVU einschließlich Industrie-Einspeisung)

Für die öffentliche Elektrizitätsversorgung wurden in Wasserkraftwerken 1 088 GWh (Juli des Vorjahres: 1 210 GWh) und in Wärmekraftwerken 96 GWh (50 GWh) erzeugt.

Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen führten 47 GWh aus dem Ausland ein und exportierten 280 GWh. Außerdem wurden 22 GWh an die Österreichischen Bundesbahnen abgegeben.

Am Monatsletzten waren auf den Lagerplätzen der Dampfkraftwerke 528 125 t Kohle (SKB) und 42 207 t Heizöl gegenüber 538 730 t Kohle (SKB) und 52 979 t Heizöl zum gleichen Zeitpunkt des Vorjahres vorrätig.
Der Verbrauch im Bereich der öffentlichen Elektrizitätsversorgung zeigt gegenüber Juli 1959 folgende Zunahmen:

| | Verbrauch Juli 1959 | | Zunahme gegenüber Juli 1960 | |
|---|---------------------|-----|-----------------------------|-----|
| | GWh | GWh | GWh | % |
| Verbrauch mit Ranshofen mit Pumpspeicherung | 870 | 929 | 59 | 6,8 |

| | | | | |
|---|-----|-----|----|-----|
| Verbrauch mit Ranshofen ohne Pumpspeicherung | 776 | 812 | 36 | 4,6 |
| Verbrauch ohne Ranshofen mit Pumpspeicherung | 770 | 828 | 58 | 7,5 |
| Verbrauch ohne Ranshofen ohne Pumpspeicherung | 676 | 711 | 35 | 5,2 |

Der arbeitstäglche Stromverbrauch (ohne Pumpstromaufwand und ohne Stromverbrauch des Aluminiumwerkes Ranshofen) erreichte im Berichtsmonat im Verbundnetzgebiet (Österreich ohne Vorarlberg) 23,3 GWh, um 7,2% mehr als der Vergleichswert vom Juli des Vorjahres.

I. Gesamte Elektrizitätsversorgung in Österreich*

Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), Industrie-Eigenanlagen, Kraftwerke der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB)
Angaben in GWh

| Monat | Erzeugung | | | | | | | | Import | Erzeugung und Import | Export | Inlandsverbr. einschl. sämtl. Verluste | | |
|-------------|------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|-----------------|--------------|--------|----------------------------|--------|--|----------------|---------------------|
| | EVU | | Industrie- Eigenanlagen | | ÖBB Wasser- kraft | Summe | | | | | | Ins- gesamt | Ins- gesamt | ohne Pump- strom |
| | Wasser- kraft | Wärme- kraft | Wasser- kraft | Wärme- kraft | | Wasser- kraft | Wärme- kraft | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 = 2+4+6 | 8 = 3 + 5 | 9 = 7 + 8 | 10 | 11 = 9 + 10 | 12 | 13 | 13a | |
| 1959 | | | | | | | | | | | | | | |
| Januar | 667 | 256 | 69 | 122 | 32 | 768 | 378 | 1146 | 44 | 1190 | 109 | 1081 | 1058 | |
| Februar ... | 575 | 286 | 53 | 105 | 33 | 661 | 391 | 1052 | 34 | 1086 | 106 | 989 | 960 | |
| März | 627 | 229 | 72 | 102 | 41 | 740 | 331 | 1071 | 34 | 1105 | 99 | 1006 | 982 | |
| April | 824 | 162 | 84 | 95 | 41 | 949 | 257 | 1206 | 39 | 1245 | 248 | 997 | 978 | |
| Mai | 1016 | 51 | 99 | 72 | 48 | 1163 | 123 | 1286 | 23 | 1309 | 304 | 1005 | 939 | |
| Juni | 1080 | 56 | 100 | 82 | 55 | 1235 | 138 | 1373 | 34 | 1407 | 318 | 1089 | 974 | |
| Juli | 1196 | 49 | 103 | 72 | 59 | 1358 | 121 | 1479 | 33 | 1612 | 424 | 1088 | 994 | |
| 1960 | | | | | | | | | | | | | | |
| Januar | 512 | 417 | 55 | 179 | 28 | 595 | 596 | 1191 | 92 | 1283 | 72 | 1211 | 1157 | |
| Februar ... | 515 | 405 | 52 | 129 | 27 | 594 | 534 | 1128 | 91 | 1219 | 82 | 1137 | 1094 | |
| März | 761 | 252 | 76 | 112 | 33 | 870 | 364 | 1234 | 65 | 1299 | 133 | 1166 | 1116 | |
| April | 828 | 206 | 86 | 98 | 29 | 943 | 304 | 1247 | 43 | 1290 | 216 | 1047 | 1036 | |
| Mai | 1009 | 138 | 99 | 117 | 48 | 1156 | 255 | 1411 | 47 | 1458 | 297 | 1161 | 1057 | |
| Juni | 1074 | 77 | 100 | 93 | 54 | 1228 | 170 | 1398 | 69 | 1467 | 307 | 1160 | 1009 | |
| Juli | 1071 | 90 | 102 | 103 | 56 | 1229 | 193 | 1422 | 47 | 1469 | 296 | 1173 | 1056 | |

II. Öffentliche Elektrizitätsversorgung in Österreich*

Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) einschl. Industrie-Einspeisung
Angaben in GWh

| Monat | Erzeugung | | | | | | | Import | Erzeugung und Import | Export | Abgabe an ÖBB | Inlandsverbr. einschl. sämtl. Verluste | | |
|-------------|------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|--------|----------------------------|--------|---------------------|--|----------------|---------------------|
| | EVU | | Industrie- Einspeisung | | Summe | | | | | | | Ins- gesamt | Ins- gesamt | ohne Pump- strom |
| | Wasser- kraft | Wärme- kraft | Wasser- kraft | Wärme- kraft | Wasser- kraft | Wärme- kraft | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 = 2 + 4 | 7 = 3 + 5 | 8 = 6 + 7 | 9 | 10 = 8 + 9 | 11 | 12 | 13 | 13a | |
| 1959 | | | | | | | | | | | | | | |
| Januar | 667 | 256 | 6 | 8 | 673 | 264 | 937 | 41 | 978 | 109 | 16 | 853 | 830 | |
| Februar ... | 575 | 286 | 4 | 3 | 579 | 289 | 868 | 34 | 902 | 101 | 14 | 787 | 770 | |
| März | 627 | 229 | 8 | 2 | 635 | 231 | 866 | 29 | 895 | 99 | 7 | 789 | 765 | |
| April | 824 | 162 | 9 | 1 | 833 | 163 | 996 | 39 | 1035 | 248 | 8 | 779 | 760 | |
| Mai | 1016 | 51 | 13 | 1 | 1029 | 52 | 1081 | 23 | 1104 | 295 | 9 | 800 | 734 | |
| Juni | 1080 | 56 | 13 | 1 | 1093 | 57 | 1150 | 34 | 1184 | 303 | 16 | 865 | 750 | |
| Juli | 1196 | 49 | 14 | 1 | 1210 | 50 | 1260 | 33 | 1293 | 406 | 17 | 870 | 776 | |
| 1960 | | | | | | | | | | | | | | |
| Januar | 512 | 417 | 6 | 44 | 518 | 461 | 979 | 81 | 1060 | 72 | 22 | 966 | 912 | |
| Februar ... | 515 | 405 | 5 | 3 | 520 | 408 | 928 | 82 | 1010 | 82 | 21 | 907 | 864 | |
| März | 761 | 252 | 7 | 2 | 768 | 254 | 1022 | 58 | 1080 | 133 | 22 | 925 | 875 | |
| April | 828 | 206 | 9 | 2 | 837 | 208 | 1045 | 36 | 1081 | 216 | 21 | 844 | 806 | |
| Mai | 1009 | 138 | 15 | 14 | 1024 | 152 | 1176 | 47 | 1223 | 285 | 21 | 917 | 813 | |
| Juni | 1074 | 77 | 17 | 2 | 1091 | 79 | 1170 | 69 | 1239 | 290 | 20 | 929 | 778 | |
| Juli | 1071 | 90 | 17 | 6 | 1088 | 96 | 1184 | 47 | 1231 | 280 | 22 | 929 | 812 | |

* Richtigstellungen für 1960 vorbehalten.

Tagesdiagramm
der beanspruchten Leistung in Österreich
Mittwoch, den 20. VII. 1960
Öffentliche Elektrizitätsversorgung

--- a Wasserkraftzeugung abzüglich Export und Abgabe an die ÖBB
 b-a Import
 c-b Import für Pumpspeicherung
 d-c Wärmekraftzeugung
 d Verbrauch (einschl. Verluste)
 e Verbrauch ohne Pumpstromaufwand
 f Export
 g Abgabe an die ÖBB

| | |
|----------------------------------|------------------|
| Gesamterzeugung und Import . . . | <u>42,01 GWh</u> |
|----------------------------------|------------------|

The chart displays the following data series:

- a** Laufwerks-erzeugung der EVU
- c-a** Laufwerks-erzeugung der Industrie-Eigenanlagen
- c** Gesamte Laufwerks-erzeugung
- b-a** Abgabe der Industrie-Eigenanlagen an EVU (aus Wasserkraft-erzeugung)
- d-c** Wärme-kraft-erzeugung der EVU
- f-d** Wärme-kraft-erzeugung der Industrie-Eigenanlagen
- f-c** Gesamte Wärme-kraft-erzeugung
- e-d** Abgabe der Industrie-Eigenanlagen an EVU (aus Wärme-kraft-erzeugung)
- g-f** Speicher-erzeugung der EVU
- g** Gesamt-erzeugung
- h-g** Import
- h** Gesamtaufbringung (Erzeugung + Import)
- i** Intensivverbrauch (einschließlich Verluste und Pumpstromaufwand)
- h-i** Export + Abgabe an OBB

| | | |
|---|-------|-----|
| Laufwerkerzeugung der EVU | 23,88 | GWh |
| Laufwerkerzeugung der Industrie-Eigenanlagen | 3,33 | „ |
| Wärmekeerzeugung der EVU | 3,05 | „ |
| Wärmekeerzeugung der Industrie-Eigen- anlagen | 3,44 | „ |
| Speicherwerkerzeugung der EVU | 12,87 | „ |
| Gesamterzeugung | 46,57 | GWh |
| Import | 1,72 | GWh |
| Export und Abgabe an die ÖBB | 10,16 | „ |
| Verbrauch (einschl. Verluste und Pumpstrom- aufwand) | 38,13 | GWh |

Ringbuch für Elektrizitätsanwendung. Herausgegeben von der Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung — HEA — und der Rationalisierungs-Gemeinschaft Elektrizitätsanwendung beim RKW. 11. und 12. Ergänzungslieferung, DIN A 5, 286 Seiten nebst 4 Austauschblättern, Preis DM 20,02 (Lieferpreis des Gesamtwerkes im bisher vorliegenden Umfang von 1 318 S. einschließlich zwei Sammelordnern DM 103,72). Frankfurt/Main: Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m. b. H. — VWEW.

„Unterhaltung und Spiel“ gewidmet, welches eine ausführliche Darstellung der Übertragungsverfahren durch Ton und Bild bietet. Schallplatten und deren Wiedergabegeräte, Magnettongeräte, Rundfunk, Stereophonie und Fernsehen werden von den Grundlagen ausgehend in ihrer Entwicklung bis zum heutigen Stand verfolgt, wobei auch dem mit zunehmender Automatisierung an Bedeutung gewinnenden Industrie-Fernsehen Beachtung geschenkt wird. Abschließend kommen auch die ewig junge elektrische Eisenbahn und der Experimentierkasten zu ihrem Recht. In der Gruppe der Holzgewerbe nimmt das neue Unterkapitel „Tischler, Schreiner“ 40 Seiten in Anspruch. Obwohl auch auf die Bedeutung und Aufgaben des Tischler-Handwerks eingegangen

wird, gelang es doch, auf knappem Raum nicht nur die Bearbeitung des Holzes und die Arten der Holz Trocknung zu schildern, sondern auch eine kleine Maschinenkunde bei eingehendem Hinweis auf die Bedeutung der Sicherheitsfragen sowie Planungshinweise zur Einrichtung einer Tischler-Werkstatt zu bringen. Als I. Teil des Sachgebietes „Großraumheizung“ wird der Unterabschnitt „Kirchenheizung“ in der bekannten lebendigen und allgemein verständlichen Darstellung behandelt, die durch zahlreiche Abbildungen und Zeichnungen illustriert wird.

Die 12. Lieferung beinhaltet auch zwei Austauschblätter, welche den von MÖRTZSCH-MASUKOWITZ („Elektrowärme — Ein Handbuch für alle“, Energieverlag, Heidelberg, 1959) angegebenen Werten des monatlichen Stromverbrauches von Kühlschränken im Jahresdurchschnitt, Rechnung tragen. Im Rahmen des Hauptabschnittes D „Anwendungsgebiete elektrischer Energie“ behandelt eine Ergänzung des Anwendungsgebietes „Ärzte“ zwei auf dem IX. Internationalen Kongreß für Radiologie, der vom 23. bis 30. Juli 1959 in München tagte, gezeigte Neuerungen in der Röntgendiagnostik, und zwar die Anwendung des Röntgen-Bildverstärkers für die Röntgen-Funktionsdiagnostik, für die Kinetik, für die Fernsehtechnik und in der Chirurgie, sowie eine weitgehende Automatisierung der Röntgen-Aufnahmetechnik und der Filmentwicklung. Als neues Sachgebiet umfaßt der zweite Teil der „Elektrowärmeanwendung in der Industrie“ nichtmetallische Stoffe. Werden in einer Gruppe die chemischen Erzeugnisse, in einer anderen Keramik, Glas, Email, Steine und Erden erfaßt, so widmet sich eine weitere Holz, Papier, Leder und Textilien, während zu guter Letzt Nahrungs- und Genußmittel behandelt werden. Ein wirklich ausführliches 11 Seiten in Anspruch nehmendes Stichwortverzeichnis beschließt den 150 Seiten umfassenden Abschnitt. Der Hauptabschnitt E „Geräte und Materialien“ wurde um das Sachgebiet „Armaturen für Heißwassergeräte“ erweitert. Unbeschadet der Tatsache, daß die dezentrale Heißwasserversorgung in der Regel zu technisch und wirtschaftlich günstigen Lösungen führt, werden die Armaturen aller Versorgungsarten gleichwertig neben- bzw. nacheinander behandelt. Trotz oder gerade wegen der reichhaltigen Illustration — mehr als 100 Abbildungen und Zeichnungen

erweisen sich als Helfer des geschriebenen Wortes —, gelang es auf nur 44 Seiten, einen Überblick über die Vielfalt der zur Verfügung stehenden Armaturen zu geben. Eigene Kapitel wurden den Armaturen für drucklose Geräte (für Entleerungs- und für Überlaufbetrieb), Armaturen für Druckgeräte, Sicherheitsarmaturen für Druckgeräte, Kombinations-Armaturen (Kohle oder Öl/Elektrizität), Armaturen zur Versorgung mehrerer Zapfstellen mit einem drucklosen Heißwassergerät sowie Sonderarmaturen und Armaturteilen gewidmet. In sinngemäßer Ergänzung des mit der 11. Lieferung erschienenen Unterkapitels „Tischler und Schreiner“ des Hauptabschnittes „Anwendungsgebiete elektrischer Energie“ wird nun der Hauptabschnitt „Geräte und Materialien“ um das Sachgebiet „Maschinen für Holz- und Kunststoffbearbeitung“ erweitert. Im Gegensatz zu anderen Teilgebieten kann man von einer im wesentlichen gleichbleibenden Standard-Einrichtung der handwerklichen Tischler-Werkstatt sprechen, obwohl die Industrie auch die Entwicklung der Tischerei-Maschinen in stetem Fluß gehalten hat.

F. KERKOSZEK, Wien

Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen. Köln und Opladen: Westdeutscher Verlag¹⁾.

Weitere Neuerscheinungen des Verlages sind folgende Berichte:

- Nr. 440 Gekoppelte Hochfrequenzleitungen als Richtkoppler. Von Dr.-Ing. H. WOLF.
- Nr. 520 Untersuchung neuartiger elektrischer Bearbeitungsverfahren. Von Prof. Dr.-Ing. H. OPITZ, Dipl.-Ing. H. OBRIG und Dipl.-Ing. P. KIRS.
- Nr. 523 Entwicklung einiger Meßverfahren und einer frequenz- und amplituden-stabilisierten Meßeinrichtung zur gleichzeitigen Bestimmung der komplexen Dielektrizitäts- und Permeabilitätskonstante von festen und flüssigen Materialien im rechteckigen Hohlleiter und im freien Raum bei Frequenzen von 9 200 und 33 000 MHz. Von Dr.-Ing. K. EBERTS.
- Nr. 549 Resonanzanpassung bei einem Tiefpaß. Von Dr.-Ing. R. MERTEN.

DIE SCHRIFTFLEITUNG

¹⁾ s. ÖZE/1960, H. 5, Seite 235.

Briefe an die Schriftleitung

Mit einem Schreiben an die Schriftleitung vom 9. September 1960 ergänzt Prof. Dr. HUTAREW seinen Aufsatz „Über den Einfluß der Druckstoßwirkung in Rohrleitungen auf die Regeleigenschaften von Wasserturbinen“, ÖZE 12/1959, Heft 12, Seite 579, wie folgt:

In meinem Aufsatz: „Über den Einfluß der Druckstoßwirkung in Rohrleitungen auf die Regeleigenschaften von Wasserturbinen“, erschienen in Heft 12 (1959) der ÖZE, habe ich darauf hingewiesen, daß in einem q, h -Schaubild die gespiegelte Druckstoßgerade durch den Koordinatenursprung, den geometrischen Ort aller Beharrungszustände bildet, bei denen die Turbinenleistung im ersten Moment eines Regelvorganges (am Anfang der ersten Reflexionsperiode) sich nicht ändert. Ein Leser macht mich freundlicherweise darauf aufmerksam, daß diese Tatsache auch mit Hilfe der $p = \text{const}$ -Kurven sehr einfach bewiesen werden kann.

Werden der Wasserstrom Q , die Fallhöhe H , die Leistung P und der Turbinenwirkungsgrad η auf ihre Nennwerte Q_N, H_N, P_N und η_N bezogen, so ergibt sich aus der Beziehung:

$$p = \frac{P}{P_N} = \frac{Q \cdot H \cdot \eta}{Q_N \cdot H_N \cdot \eta_N} = q \cdot h \cdot \frac{\eta}{\eta_N} = \text{const.} \tag{1}$$

der Zusammenhang zwischen q und h für eine $p = \text{const}$ -Kurve zu:

$$h = p \cdot \frac{\eta_N}{\eta} \cdot \frac{1}{q} \tag{2}$$

Kann entlang einer noch so kleinen Strecke der $p = \text{const}$ -Kurve, nach beiden Seiten vom betrachteten Punkt „1“ mit den Koordinaten q_1, h_1 , der Turbinenwirkungsgrad $\eta = \text{const} = \eta_1$ angenommen werden (eine Annahme, die auch

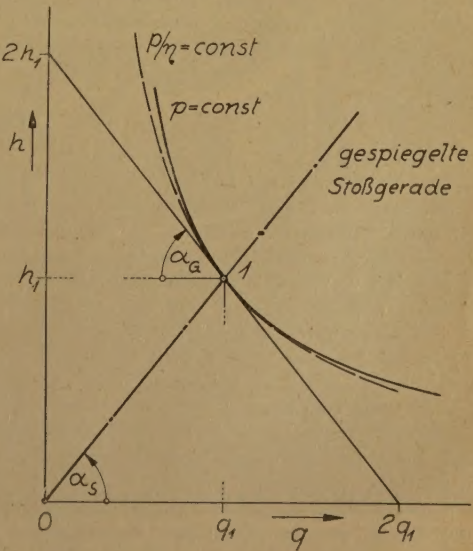


Abb. 1

ich in meinem Aufsatz gemacht habe), so stellt Gl. (2) im q, h -Schaubild eine Hyperbel, mit den Koordinatenachsen als Asymptoten, dar.

Soll die Leistung der Turbine im ersten Moment eines Regelvorganges sich nicht ändern, so muß die Tangente an die $p=\text{const}$ -Kurve im Punkt „1“ mit der Stoßgeraden zusammenfallen. Die Neigung $\frac{dh}{dq}$ der Tangente ergibt sich durch Differenzieren der Gl. (2) zu:

$$\text{tg } \alpha_G = \frac{dh}{dq} = - \left(p_1 \cdot \frac{\eta_N}{\eta_1} \right) \cdot \frac{1}{q_1^2} = - \frac{h_1}{q_1} \quad (3)$$

Diese Neigung entspricht der Neigung der Stoßgeraden, denn, wie aus Abb. 1 leicht zu erkennen ist, hat die gespiegelte Gerade die Neigung $\text{tg } \alpha_S = + \frac{h_1}{q_1}$; es ist somit $\alpha_G = - \alpha_S$.

G. Hutarew

Nach Redaktionsschluß eingelangt:

Energiewirtschaftliche Kurzberichte

Zur Frage der Leistungsfrequenz-Regelung des österreichischen Netzes im Hinblick auf die Forderungen des europäischen Energieaustausches ist zu berichten:

Die besondere energiewirtschaftliche Lage Österreichs hat einen sehr intensiven Energieaustausch unseres Landes mit seinen Nachbarländern zur Folge. Die daraus resultierenden mannigfaltigen netzbetriebstechnischen Forderungen können nur durch eine moderne Netzregelung erfüllt werden.

Da die Regelung eines großen Netzes nach einheitlichen Gesichtspunkten geplant und zentral betrieben werden muß, hat die Studienabteilung für Energieübertragung der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts A. G. (Verbundgesellschaft), die schon seit längerem die einschlägigen technischen Probleme studiert, in letzter Zeit die Planungsarbeiten intensiv aufgenommen, und es ist anzunehmen, daß in Bälde ein abgeschlossenes Regelungsprojekt vorliegen wird.

Die ÖZE wird über die technischen Grundlagen und das Projekt im gegebenen Zeitpunkt berichten.

W. ERBACHER

Der Studienreaktor Seibersdorf führte am 29. September 1960 in Anwesenheit des Herrn Bundespräsidenten, Seiner Eminenz Kardinal Dr. KÖNIG, einiger Regierungsmitglieder und einer großen Anzahl von Fachleuten des In- und Auslandes sein erstes Experiment mit 100 W durch.

Lieferant des Reaktors ist die American Machine and Foundry Company AMF, seine Bezeichnung lautet „ASTRA“ — (Adaptierter Schwimmbecken-Tank-Reaktor Austria).

In der Beilage zur ÖZE 1958, Heft 10, „Das Atomkraftwerk“, Nr. 4, hat der Geschäftsführer der Studiengesellschaft für Atomenergie, Dr. HIGATSBERGER, die Grundgedanken bei der Projektierung des Reaktors erläutert.

Wir freuen uns, unseren Lesern die Veröffentlichung einer ergänzenden Beschreibung des Studienreaktors eben-

falls von Dozent Dr. HIGATSBERGER in Aussicht stellen zu können.

Die Bauleitung beim Bau des Reaktors hatte die Bauabteilung der Verbundgesellschaft unter der Leitung von Dr. STRÄUSSLER.

Es sei an dieser Stelle mit Freude hervorgehoben, daß nunmehr Österreich zum zweitenmal zu einem bedeutenden europäischen Zentrum für die friedliche Entwicklung der Atomenergie wurde. Zum erstenmal war dies der Fall, als die Internationale Atomenergie-Organisation Wien zu ihrem Sitz bestimmte. Der zweite Anspruch ist durch die Aktivierung des Studienreaktors Seibersdorf begründet. Dieser Reaktor wurde gelegentlich der Inbetriebsetzungsfeierlichkeiten als der gegenwärtig modernste Europas bezeichnet. Die Kosten des Reaktors gab der kaufmännische Geschäftsführer der Studiengesellschaft für Atomenergie, Dr. SPANN, mit 130 Millionen S an. Es ist ein persönliches Verdienst des Präsidenten der Studiengesellschaft, Dr. STAHL, daß dieser relativ hohe Betrag in unserem an Größe und Kapitalkraft bescheidenen Staat aufgebracht wurde.

Es war berechtigt, die Aktivierung des Reaktors besonders feierlich zu begehen. Außer Presse- und Diskussions tagungen fand am 28. September ein Festkonzert im großen Musikvereinsaal statt, in welchem das Programm eines Festkonzertes zur Eröffnung des Salzburger Festspielhauses unter Dr. KARL BÖHM wiederholt wurde.

Am 29. September wurde das Reaktorzentrum durch den Erzbischof von Wien, Seine Eminenz Dr. KÖNIG, geweiht, durch Herrn Bundeskanzler Ing. RAAB eröffnet und durch Herrn Bundespräsidenten Dr. SCHÄRF in Betrieb genommen. Besonders feierlich verlief der Empfang der Regierung, der auch der 4. Generalkonferenz der IAEO galt, am Abend des 29. September. Die Prunkräume des Schlosses Schönbrunn, in welchen dieser Empfang stattfand, wirken stets auf neue durch die Pracht und die Erinnerung an die zahlreichen geschichtlichen Ereignisse, die sich hier abspielten.

Personalnachricht

Professor Dr. Herbert Melan †

Am 24. September 1960 starb in Alt-Aussee völlig unerwartet der Vorstand des Institutes für Dampf- und Gasturbinen, Kolbendampfmaschinen und Kessel an der Technischen Hochschule Wien, o. Professor Dr. HERBERT MELAN, im 68. Lebensjahr.

Prof. H. Melan erfreute sich berechtigt des Rufes eines hervorragenden Fachmannes auf dem Gebiete des Dampf- und Gasturbinenwesens. Es war doch sein ganzes Leben dieser Maschinengattung gewidmet. Nach Absolvierung eines Assistentenjahres an der Technischen Hochschule Prag nahm Melan aktiven Anteil an der Entwicklung der Dampfturbine als Konstrukteur der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co., der Deutschen Werke in Kiel, der SSW Berlin. Hier entwickelte er die „Einstufige Radialturbine Bauart SSW“. Einen längeren Aufenthalt in den USA benützte er zum Ausbau der Beziehungen der amerikanischen mit den europäischen Maschinenfabriken.

Neben seiner Firmentätigkeit war Melan als Dozent der Hochschulen Prag und Berlin ein Forscher auf dem Gebiete der Theorie und der Technik der Wärmekraftmaschinen und bekundete stets Interesse für Fragen der Energiewirtschaft. 1948 nahm er eine Berufung als Professor der Technischen Hochschule Wien an und war in den Studienjahren 1956/57 und 1957/58 Dekan der Maschinenbaufachschule.

Die österreichische Technik und Wissenschaft wurden um einen anerkannten Fachmann, alle, die ihn kannten, um einen liebenswürdigen, stets hilfsbereiten Freund ärmer.

Besonders hart trifft der Tod Professor Melans das Österreichische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz, dem der Verstorbene stets ein geschätzter Berater und eifriger Mitarbeiter gewesen ist.

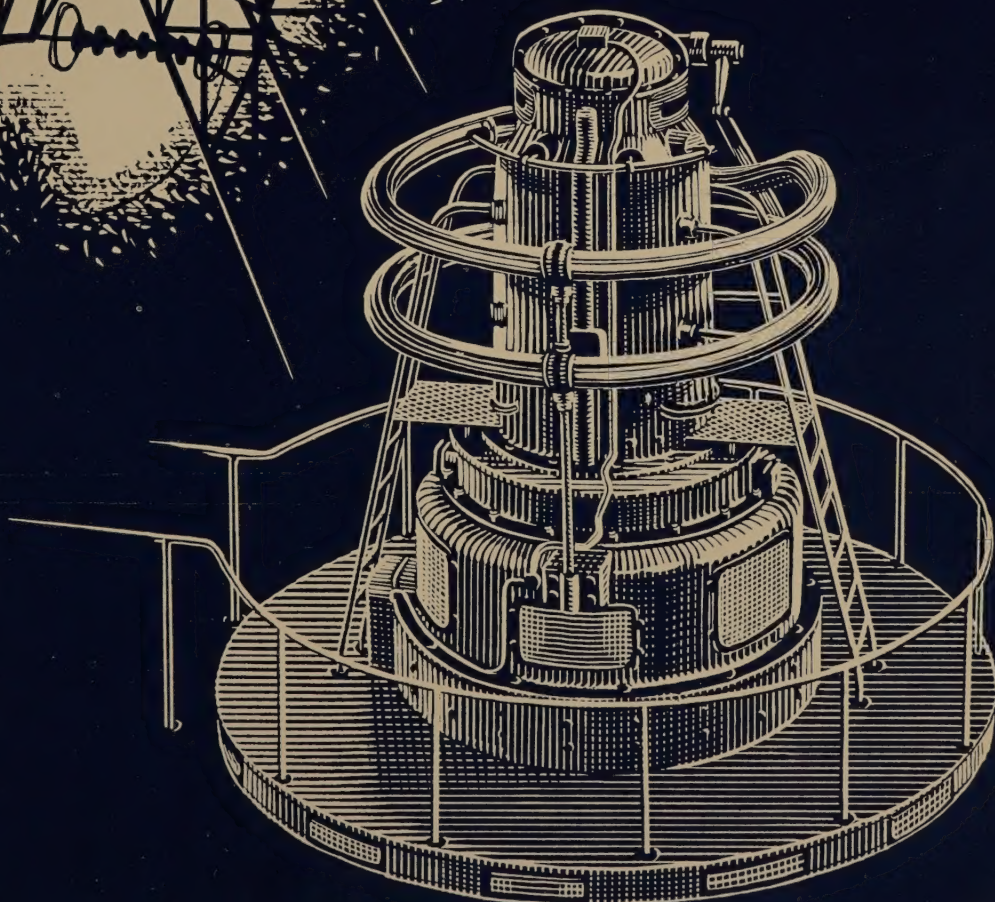
O. VAS

6

ATEUER KOSZLER

DIE ÖSTERREICHISCHEN BROWN BOVERI

UNTERNEHMUNGEN LIEFERN
SÄMTLICHE EINRICHTUNGEN
FÜR DIE ERZEUGUNG UND
VERTEILUNG ELEKTRISCHER
ENERGIE UND DEREN
VERWENDUNG





60
JAHRE
ERFAHRUNG
IM
ZÄHLERBAU

REIMER & SEIDEL

DIE ÖSTERREICHISCHE ELEKTRIZITÄTSZÄHLERFABRIK

MA

DAS STROMVERSORGUNGSUNTERNEHMEN
 DES LANDES OBERÖSTERREICH



OBERÖSTERREICHISCHE
KRAFTWERKE
AKTIENGESellschaft

LINZ/DONAU, BAHNHOFSTRASSE 6